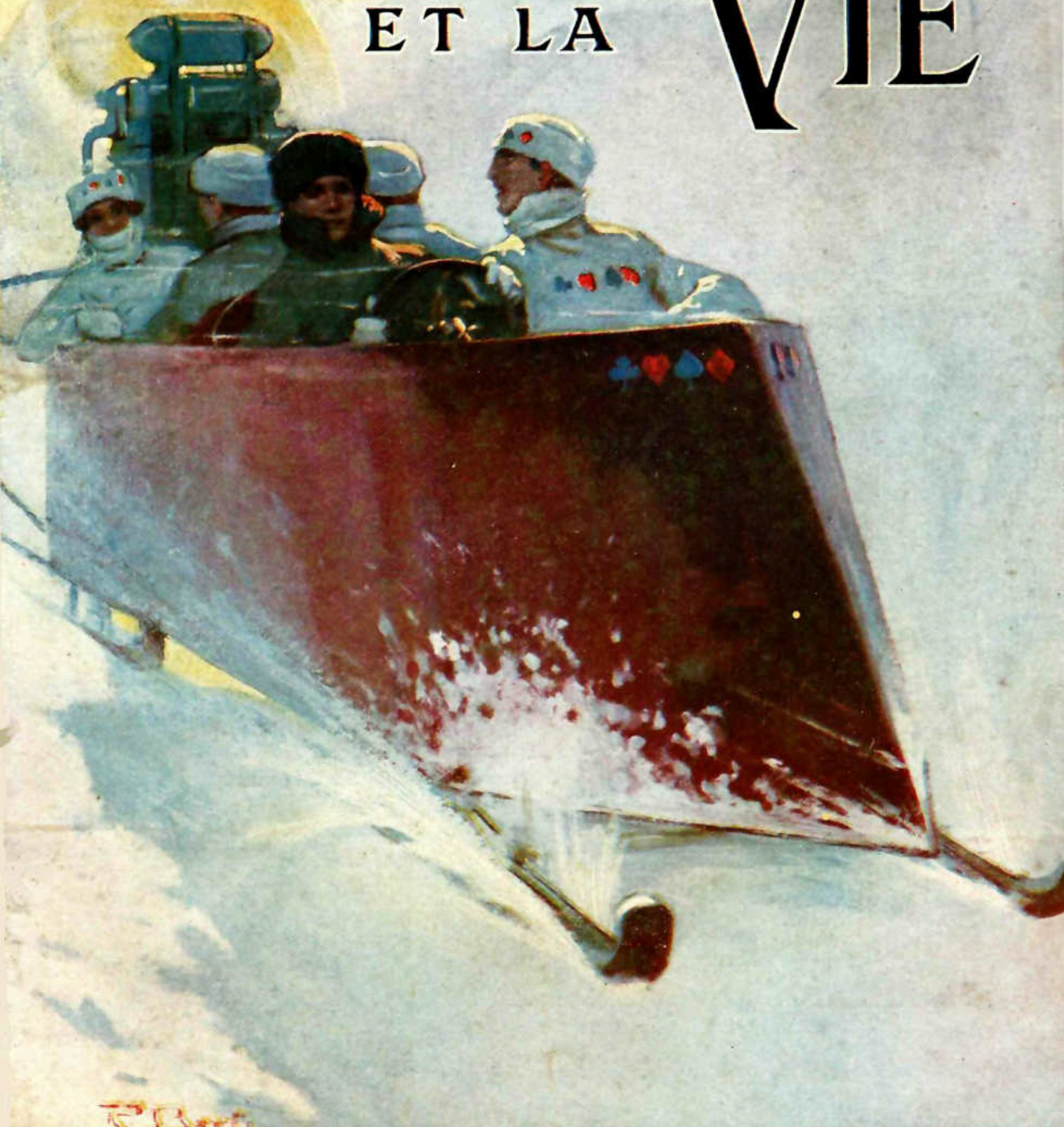
N° 12. Mars 1914

Prix : Un Franc

LA SCIENCE ET LA VIE



BLÉRIOT

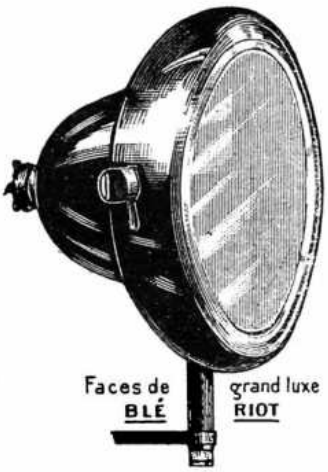
DYNAMO D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE POUR AUTOMOBILES

PHI-BLÉRIOT

Type E.I sous 16 volts: LA PLUS PUISSANTE QUI EXISTE

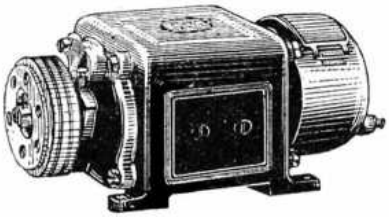
Lanternes BLÉRIOT

Petit tableau de luxe
BLÉRIOT



Faces de BLÉ grand luxe RIOT

Lanterne AR BLÉRIOT



Dynamo PHI-BLÉRIOT

La Dynamo **PHI-BLÉRIOT** et son conjoncteur-disjoncteur (Breveté S.G.D.G.) sont garantis 2 ans contre toute réparation.

La Dynamo **PHI-BLÉRIOT** fonctionne sur des milliers de voitures dans le monde entier à la complète satisfaction de leur propriétaire.

La Dynamo **PHI-BLÉRIOT** ne nécessite aucune pièce de rechange.

NOTICE SPÉCIALE V.S. Franco sur demande 14-16 Rue Duret _ PARIS

Rendez-vous compte

que le meilleur palier de votre usine vous coûte par la force qu'il absorbe et l'huile qu'il consomme **DIX fois sa valeur** chaque année.

Les Paliers à rotule sur billes

SKF

ne coûtent, pour les mêmes raisons, que le **dixième** de leur prix d'achat ...

Société **SKF**
Rue de la Gare
Levallois-Perret
(SEINE

CATALOGUE FRANCO

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

PLAQUES, PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES

GUILLEMINOT

R. GUILLEMINOT, BŒSPFLUG & C^IE, PARIS

DÉCOLLETAGE de PRÉCISION
PETITE MÉCANIQUE

Boulons, Ecrous, Goujons finis
GOUPILLES CONIQUES
Rondelles, Tiges filetées
VIS A MÉTAUX
Ecrous à Oreilles
Vis à Violon

Henry MICHEL

TÉL^E 946-97
Disponibles En Magasin
DEMANDER LES TARIFS

105 AVENUE PARMENTIER PARIS

Louis ANCEL

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
CONSTRUCTEUR-ÉLECTRICIEN — TECHNICIEN SPÉCIALISTE POUR LA RADIOTÉLÉGRAPHIE

Maison fondée en 1902

91, Boulevard Pereire, PARIS (17^e)
FOURNISSEUR DES MINISTÈRES ET DES UNIVERSITÉS

Téléphone : Wagram 58-64

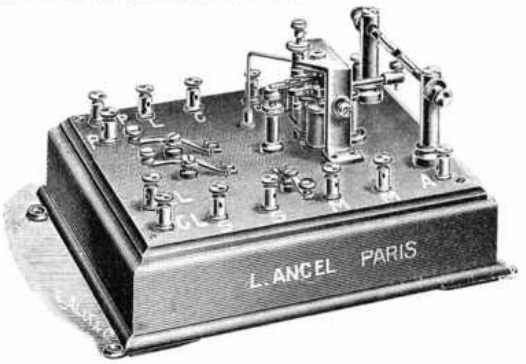
APPAREILS POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

T. S. F.

BOBINES D'INDUCTION de toutes puissances, de construction très soignée.

MATÉRIEL DE RADIOTÉLÉGRAPHIE, émission et réception, organes séparés et pièces détachées. — Bobines d'émission à étincelle musicale fonctionnant sur 110 volts continu. — Détecteur à cristaux Ancel modèle universel à réglage de précision, breveté s. g. d. g. — Détecteur-condensateur Duval breveté s. g. d. g. — Appareil d'accord. Condensateurs fixes et réglables de haute précision. — Téléphones et casques Ancel de grande sensibilité. — Isolateurs et fil pour antennes.

CELLULES DE SÉLÉNIUM ANCEL de très grande sensibilité, pour téléphonie sans fil par ondes lumineuses, photométrie et télévision.



Récepteur de TSF à cohéreur pour enregistrement. N° 4024 du catalogue

RÉCOMPENSES aux Expositions Universelles : St-Louis 1904 et Liége 1905. Médailles d'argent. Bruxelles 1910. 1 Médaille d'or et 1 Médaille d'argent. Turin 1911. 1 Grand Prix et 1 Médaille d'or.
GAND 1913 — Secrétaire du Comité d'admission de la classe 27 (Electricité médicale). — 1 Grand Prix (classe 26, T.S.F.). — 1 Diplôme d'honneur (classe 27, Electricité médicale). — 1 Médaille d'or (classe 15, Instruments de précision, première participation de la maison dans cette classe).
LYON 1914. — Secrétaire du Comité d'admission de la classe 81 B (Instruments de précision).

Le Catalogue général illustré est envoyé franco sur demande contre 0,25 en timbres-poste ou coupon-réponse international de même valeur

---

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

INVENTEURS

Il y a danger à exploiter vos inventions et vous ne trouverez pas à les céder avant d'être renseignés sur leur **nouveauté.**

Pour cela il faut demander le brevet en Allemagne, où un examinateur spécial vous signalera **ce qui a été fait avant vous.**

Mais adressez-vous à un **spécialiste** capable de rédiger **lui-même** les pièces sans recourir à des traducteurs, cause de tant d'insuccès.

Je compte **140 francs** pour le dépôt du brevet allemand, y compris la taxe de dépôt, les dessins, mémoires, traductions, démarches et honoraires. **A ce prix vous serez donc renseignés.**

CH. FABER

Ingénieur-Conseil
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Membre de la Société des Ingénieurs civils de France, de l'Association Française et de l'Association Internationale pour la protection de la Propriété Industrielle.

33, RUE JOUBERT, PARIS (IX^e^)

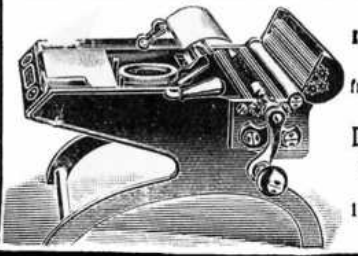
OFFICE FONDÉ EN 1878

Brevets en tous Pays -- Renseignements gratuits

ÉCONOMIE | La Machine | SIMPLICITÉ

LEMAIRE

fait 200 Cigarettes à l'heure



Envoi du Catalogue
S
franco sur demande

DECHEVRENS
Suc^r^ de Lemaire

152, R. de Rivoli
PARIS

POUR CONNAITRE
LES CARACTÉRISTIQUES
DES **AUTOMOBILES**
ACHETEZ LE

Catalogue des Catalogues

Nettoyage par le Vide

L'ASPIRATEUR DE POUSSIÈRE DÉCRIT DANS NOTRE NUMÉRO 10 PAGE 63 SE TROUVE CHEZ O. DANNER, 25, RUE SAULNIER, PARIS

Appareil à pédale	**85 fr.**
Appareil à dynamo pour tension de 110 volts . .	**375 fr.**
Appareil à dynamo pour tension de 220 volts . .	**400 fr.**

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

Ehrmann-Publicité

FAIRE SON COURRIER EN UN CLIN D'ŒIL

On a d'abord dicté son courrier à un sténographe qui le transcrivait à la plume.

C'ÉTAIT LONG

Puis on a dicté à une sténo-dactylo qui transcrivait à la machine à écrire.

C'ÉTAIT MOINS LONG

Maintenant avec le Parlograph Rubsam *c'est la*

RAPIDITÉ ABSOLUE

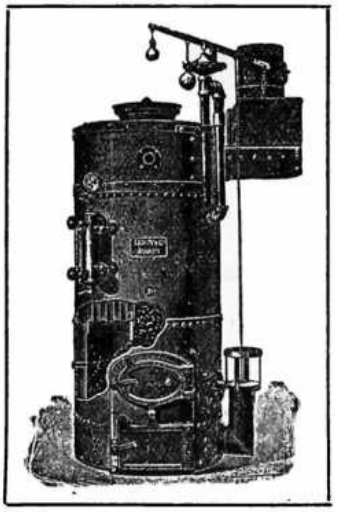
Le **Parlograph Rubsam**, c'est le secrétaire mécanique idéal, infatigable, discret

TRANSMISSION fidèle — INDÉPENDANCE parfaite — IMPOSSIBILITÉ de l'erreur

Démonstration gratuite aux magasins de vente : 102, rue de Richelieu

ou envoi de la brochure explicative sur demande

Téléphone : LOUVRE 20.57



ÉTABLISSEMENTS LEROY

Société Anonyme au capital de 800.000 fr.

80, Rue Berthollet **PARIS**

" LE CHAUFFAGE LEROY "

est le meilleur des chauffages, il a l'avantage de s'adapter merveilleusement à toutes les constructions anciennes ou modernes.

SUR SIMPLE DEMANDE ENVOI GRATUIT DE PROJETS, NOTICES, DEVIS, AUX LECTEURS DE " LA SCIENCE ET LA VIE "

GRAND PRIX *A L'EXPOSITION DE GAND 1913*

AU

DRAP DE SUÈDE

A. DUGAS 22, Rue Drouot, PARIS.

VÊTEMENTS IMPERMÉABLES

SANS CAOUTCHOUC

pour Hommes et Dames

CATALOGUE et ÉCHANTILLONS FRANCO.

UNION Mutuelle d'INGÉNIEURS

SPÉCIALISTES PRATICIENS

ÉLECTRICITÉ
Mécanique de PRÉCISION
MÉTALLURGIE
Construction Métallique
CHIMIE, etc.

INVENTIONS Notice V FRA NCO

Renseignements, Devis GRATUITS

AVANT-PROJETS
PROJETS
CONSTRUCTION
DE MACHINES
NOUVELLES

BUREAU TECHNIQUE
d'Etudes et Projets
DIRECTEUR
M. CAMILLERAPP
Ingénieur
16, rue Bouchut
PARIS

SIDE-CARS

"MILLS FULFORD"

M. JOUVE & Cie

Agents Généraux

145, Boulevard Murat, 145

PARIS

Envoi du Catalogue sur demande.

LE PHÉNIX

COMPAGNIE FRANÇAISE D'ASSURANCES SUR LA VIE

Entreprise privée assujettie au contrôle de l'État

Société Anonyme au Capital de 4.000.000 de francs

FONDÉE EN 1844

Toutes combinaisons d'Assurances en cas de Décès

RENTES VIAGÈRES aux taux les plus avantageux

GARANTIES DE LA COMPAGNIE : 435 MILLIONS

Siège social : **Paris, rue Lafayette, 33**

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie".

L'Économiseur d'Essence

"FRANCE" Breveté S. G. D. G.

Gros comme une bougie

DIMINUE LA CONSOMMATION

AUGMENTE LA PUISSANCE

de 15 à 40 %

Facilite le départ

Permet l'emploi du benzol

Il se place facilement sur toutes les Voitures sans toucher ni au carburateur ni au moteur

DEUX RÉFÉRENCES ENTRE MILLE

Service automobile ANNECY, FRANGY, SEYSSEL

DIRECTION :
Villa Bellevue
AUX MARQUISATS

Téléph. 2-93

Annecy, le 5 janvier 1914.

Monsieur,

Voilà tantôt deux mois que j'ai placé sur un omnibus 10 places Panhard, pesant à vide 2 000 kil. l'appareil qui a été livré. Cet omnibus fait un service régulier de 80 kil. par jour, le moteur est un 110 × 140. ma consommation sur cette distance étant de 23 litres d'essence ; l'appareil placé sans réglage fit tomber la consommattion à 20 litres ; réglé j'ai encore gagné un litre 500 sur ce carburant. Mais où l'effet fut merveilleux, c'est par l'adoption du benzol sans toucher au carburateur, ma consommation est tombée à **14 litres 600** *pour cette distance de 80 kilomètres.*

Rendement meilleur, reprise franche, départ aussi facile en calant la bille.

L'automobiliste soucieux de ses intérêts devra en munir sa voiture.

Veuillez agréez, monsieur...

GARAGE MODERNE

C. BECK, Ingénieur
Avenue de la Gare,
SOISSONS (Aisne).

Le 25 janvier 1914.

J'ai été enchanté de votre petit appareil qui est une pure merveille et depuis que j'en ai posé un spécimen sur ma voiture de démonstration, tous mes clients en demandent. Non seulement je réalise une économie de 17 °/₀ mais encore j'ai une franchise de reprises, une facilité de mise en marche qui à elles seules valent la peine de recommander l'acquisition de votre Economiseur France. Je viens d'en poser 5 cette semaine et les résultats sont toujours aussi satisfaisants; sur une Berliet *15 HP j'ai obtenu 23 °/₀ d'économie, sur une* Delage *16 HP 16 °/₀, sur une autre 15 °/₀ et sur une troisième 13 °/₀. Sur une* Bellanger *15 HP, l'économie a été de 26 °/₀! C'est mon record! J'ai encore plusieurs clients qui me demandent de leur poser votre appareil et je continuerai à le recommander chaleureusement tant à mes clients qu'à mes collègues.*

Demander la Notice complète
les Références dans tous les pays
les Garanties de vente

à **P. SAVOYE** Fabt
8, Av. Gde-Armée, **PARIS**

Téléph. Wagram **55-48**

tous vos livres sous la main

avec la bibliothèque tournante

TERQUEM

PARIS
Bd Haussmann
angle de la rue Scribe

Envoi franco du Catalogue sur demande

19, rue Scribe

Installations de Cabinets de Travail. Ameublements

GRAND CHOIX DE MEUBLES D'ART

TERQUEM

INSTRUMENTS DE PRÉCISION POUR LES SCIENCES

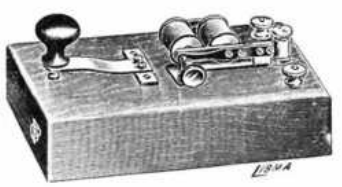
Maison fondée en 1900 — **G. PÉRICAUD** CONSTRUCTEUR — Téléphone 900-97

PARIS — 85, boulevard Voltaire — PARIS

TSF

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

POSTES RÉCEPTEURS FIXES ET PORTATIFS



RADIATEUR D'ESSAI

Seul appareil permettant d'apprendre : la lecture au son des télégrammes Morse, le réglage des postes récepteurs à cristal, la manipulation pour l'envoi des dépêches,
Prix de l'appareil complet : 8 francs.

RELAI BOULAGE brev. S. G. D. G. *pour amplificateur, avertisseur, enregistreur.*
(notice spéciale franco.)

NOUVEAUTÉS

DÉTECTEUR A AMALGAME JÉGOU brev. S. G. D. G. — fonctionne sans pile, toujours prêt à recevoir — Indéréglable — Grande sensibilité — Se monte sur un poste sans modification.
Prix du détecteur complet : 20 francs.

AMALGAME JÉGOU brev. S. G. D. G.
Dose pour un détecteur, *prix :* 4 francs.

Nouvelle pastille détectrice
RADIONITE
cristal ultra-sensible.
Prix : 6 francs

RADIONITE EXTRA
cristaux choisis à larges surfaces de grande sensibllité
Prix : 8 francs

Manuel pratique de T. S. F., 3e édition, prix 0.50. — Carnet d'enregistrement des B. C. M. prix 1 fr.
La T. S. F. et la Loi — Réglementation — Technique usuelle de M. Perret Maisonneuve (Volume 500 p.) prix 7 fr.

CATALOGUE ILLUSTRÉ FRANCO

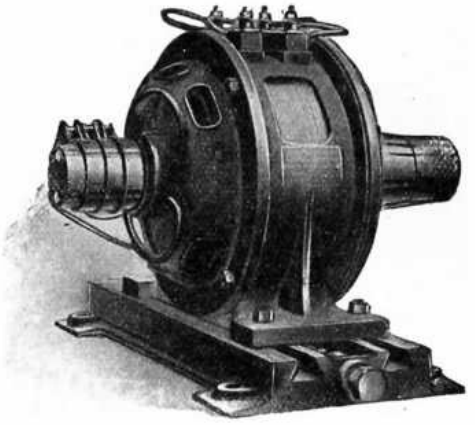
Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "

LEGENDRE FRÈRES

Constructions Électriques et Mécaniques

37, Rue Saint-Fargeau
PARIS (20e Arrondt)

TÉLÉPHONES :
ROQUETTE 27-26
ROQUETTE 27-36



MOTEURS ÉLECTRIQUES
DYNAMOS
Rhéostats spéciaux
PARAFOUDRES " GARTON "

RÉPARATIONS DE MOTEURS
de tous systèmes et puissances

INSTALLATIONS COMPLÈTES

ÉCLAIRAGE

ENVOI DE CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

Pour restaurer ou construire richement et à peu de frais

Le résultat est tel que l'ouvrier, sans rien changer à son travail ordinaire, **Fait de la Pierre**

Exécution rapide et facile
Riche aspect de la pierre
Économie considérable

BROUTIN & Cie
17, rue de l'Ourcq, PARIS (19e)

Simili-Pierre CIMENTALINE
POUR ENDUITS

S'employant dans toutes Constructions à l'extérieur comme à l'intérieur, partout où, par économie, la pierre n'est pas utilisée.

RENSEIGNEMENTS ET ÉCHANTILLONS FRANCO

MACHINES A BADIGEONNER
les murs et plafonds pour Fermes, Usines, Écuries, Magasins, etc., au lait de chaux ou *avec notre couleur à l'eau HYDROFIX*, en poudre, lavable. Aussi pour chauler les arbres fruitiers, etc.

VAPORISATEURS POUR PEINDRE
avec des couleurs à l'huile, toutes applications industr.

TUBES EN FER DOUBLÉS DE BOIS
à l'intérieur pour acides, acétates, lessives, eaux salées, naturelles et minérales, boissons fermentées, jus de fruits (évitant le mauvais goût des tuyauteries) Effets calorifuges.

Appareil MAGO pour roder les sièges des soupapes.
Huile-Carbone pour régénérer les outils à la trempe.
Saprol, huile pour *détruire les mouches* dans les fosses.
Purificateur d'air projetant un brouillard d'essence résineuse pour théâtres, salons, bureaux.

Veuillez demander notices respectives
à S. V. LOEBEL, 26, Rue Cadet — PARIS (9e)

TÉLÉPHONE Central 22-22 **OFFICE DE** ADR. TÉLEGR. Lavoimosès.Paris

BREVETS D'INVENTION

Marques de Fabriques, Modèles
-:- Procès en Contrefaçon -:-

LAVOIX & MOSÈS

Ingénieurs-Conseils (A. & M. et E. C. P.)

Place de la Trinité - 2, Rue Blanche, PARIS-9e

L'Office adresse gracieusement, sur demande, sa brochure « NOTIONS PRATIQUES sur les BREVETS, les MODÈLES et les MARQUES »

L'OXYDE DE CARBONE

que vous ne pouvez ni voir ni sentir

EST UN DANGEREUX POISON DU SANG

Si vous
vous chauffez
avec un poêle,
un calorifère,
une cheminée,

Si vous
utilisez le gaz pour
votre éclairage,
pour votre cuisine,
pour vos bains.

L'oxyde de carbone vous anémiera toujours ;
il pourra même vous asphyxier.

Le TOXIMÈTRE GUASCO

supprime ces risques
en vous avertissant du danger.

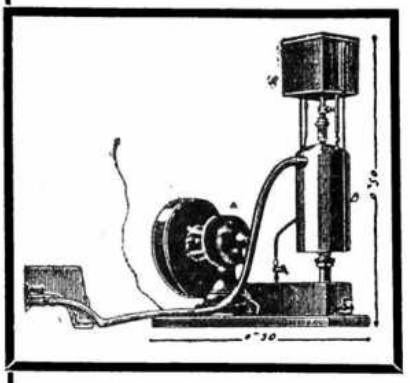
En vente chez O. DANNER, 25, Rue Saulnier. - Paris

Petit modèle d'appartement	18 francs.
Grand modèle pour architectes, usines, etc.	30 —
Modèle avertisseur avec installation électrique.	55 —
Modèle avertisseur pour sonnerie déjà existante ..	32 —

Envoi franco sur demande de la notice explicative.

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "

LA CUISINE & LE CHAUFFAGE AU GAZ
A LA CAMPAGNE
PAR L'ÉLECTRICITÉ



Appareil
ÉLECTROAÉROGAZ
BREVETÉ FRANCE & ÉTRANGER

Exposition Internle d'Hygiène PARIS 1913 — MÉDAILLE D'OR

Concours Lépine PARIS 1913 — MÉDAILLE DE VERMEIL

RAPIDITÉ
PROPRETÉ
ÉCONOMIE

Peut fonctionner sur tous voltages

MAGASIN DE VENTE ET DE DÉMONSTRATIONS
CHAUFFAGE ESKIMO"
24, Rue du 4 - Septembre — *PARIS*

Société Nouvelle du Gaz Universel
SIÈGE SOCIAL ET ATELIERS
CHANTENAY-NANTES
(LOIRE-INFÉRIEURE)

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE NOTICE ET PRIX

ACHAT — VENTE

INDUSTRIES
COMMERCES DE GROS

.....

H. PAUL, 30, Faubourg Montmartre

RENSEIGNEMENTS GRATUITS

Voir détail " Petites Annonces " — **Téléphone : Gut. 08.97**

SI VOUS DÉSIREZ

augmenter votre chiffre d'affaires dans les Industries de l'Automobile et de la Vélocipédie.

VOUS DEVEZ

Faire une Annonce dans l'" Annuaire Général de l'Automobile " et dans l'" Annuaire Général de la Vélocipédie".

A. GIRAUDEAU, Editeur, 1, rue Villaret-de-Joyeuse, PARIS (17e)

En préparation pour 1914 { 20e Edition (Automobile) / 23e Édition (Vélocipédie)

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "

BERLITZ SCHOOLS
OF
LANGUAGES

PARIS
31, Boulevard des Italiens
27, Avenue de l'Opéra
14, Boulevard Poissonnière
180, Boulevard St-Germain
49, Av. des Champs-Élysées

30 SUCCURSALES EN PROVINCE

LONDRES 321, Oxford Street	**MADRID** 9, Preciados
BERLIN 123, Leipzigerstrasse	**VIENNE** 1, Graben 13
BRUXELLES 56, Rue de l'Ecuyer	**NEW-YORK** Madison Square
SAINT-PÉTERSBOURG 6, Nevsky Prospect	**WASHINGTON** 816, 14th Street NW
ROME 114, Via Nazionale	**RIO DE JANEIRO** 110, Avenida Rio Branco

267 SUCCURSALES A L'ÉTRANGER

Pour réussir, vous devez connaître une ou plusieurs langues étrangères

L'ÉCOLE BERLITZ

enseigne les langues vivantes, vite, bien et à peu de frais

La méthode Berlitz remplace le séjour à l'étranger

Prospectus franco sur demande — Leçons d'essai gratuites

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

FABRICATION SOIGNÉE
EN
BOIS MASSIF ET CONTREPLAQUÉ

MEUBLES DE BUREAU

PHŒNIX

Avec ou sans rideaux — Agencements complets

15, rue de Chaligny, PARIS, XII^e

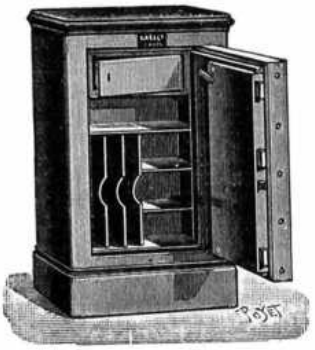
Téléphone : **Roquette 01.78** Métro : **REUILLY**

CATALOGUE SUR DEMANDE

BUREAU AMÉRICAIN

DEPUIS : 150 francs (franco gare France)

Coffres-Forts
INCOMBUSTIBLES

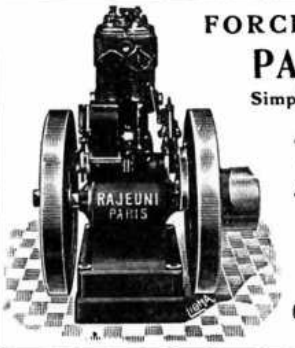


Pour Valeurs, Bijoux, Livres de Comptabilité, depuis 190 francs
COFFRES-FORTS à sceller dans l'épaisseur du mur, depuis 35 francs
COFFRETS A BIJOUX

GALLET
66, Boulevard Magenta, 66, PARIS
Envoi franco du Catalogue sur demande.

ASTER
Moteurs à pétrole
COMPTEURS D'EAU
Volumétriques à piston rotatif
en service dans la plupart des villes
de France et de l'Étranger.
(Se méfier des imitations)

Bureaux et Usines:
102, Rue de Paris, St-Denis-sur-Seine



FORCE MOTRICE
PARTOUT
Simplement
Instantanément
TOUJOURS
par les MOTEURS
RAJEUNI
119, Rue St-Maur
PARIS
Catalogue N° S et Renseignements sur demande.

Téléph. 923-82 - Télég. RAJEUNI-PARIS

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Fournitures de Dessin et de Bureau

H. Morin

BOYELLE-MORIN

Rapporteur du Jury
Londres 1908

P. BEAU
INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

11, RUE DULONG, PARIS

Splendide Catalogue envoyé gratis et franco sur demande

CONTRE LE PRÉSENT BON-PRIME
accompagné de 1.10 en timbres-poste (plus 0.25 pour le port et l'emballage

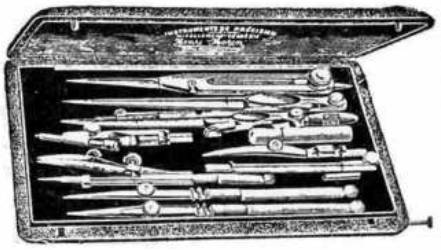
La Maison H. MORIN, Const'.
11, rue Dulong. 11 — PARIS

Vous adressera : 1, Un triple-décimètre de haute précision **(valeur 3.75)** à deux biseaux celluloïd divisés l'un en m/m l'autre en 1/2 m/m; 2. Le Formulaire de l'Ingénieur.

M *Profession*
à *rue*
Département

DEMANDEZ LA NOTICE GRATUITE SUR LES RÈGLES A CALCUL

1° Sur les Jumelles stéréo-prismatiques.
2° Sur les Tachéomètres et Théodolites.
3° Sur les Règles à calculs.
4° Sur le Niveau d'eau de précision au 1/10 de m/m pour Machines, Transmissions, etc.
5° Sur les Planimètres.
6° Sur les Intégrateurs.
7° Sur le Tachéomètre Auto-réducteur Charnot
8° Sur les Niveaux à collinateur.
9° Sur l'outillage technique du dessinateur



Pochette de Compas

Jumelle Stéréo-Prismatique H. Morin

Société Générale des
CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES
FRIBOURG (Suisse)

G. CONTI
INGÉNIEUR E. C. P.

PROTECTION DES RÉSEAUX
Contre les Décharges atmosphériques et les Surtensions — 10.000 APPAREILS EN SERVICE

73, Rue Notre-Dame-des-Champs
PARIS

CONDENSATOR-PARIS
TÉLÉPH. 839-95

LES **USINES LES PLUS RÉCENTES** *sont munies de notre système de protection. — De nombreuses USINES existantes remplacent chaque jour, par nos Appareils, ceux de l'ancien système et réalisent de ce fait une* **ÉCONOMIE CONSIDÉRABLE** *sur leurs frais d'entretien.*

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

OUVRAGES SUR L'AUTOMOBILE

PUBLICATIONS OMNIA

34, Rue Pergolèse. — PARIS

Tous les tours de main.

LES RECETTES DU CHAUFFEUR

Par L. BAUDRY DE SAUNIER. — 600 pages, 200 gravures. — **12** fr. **60** *franco.*

Tous les organes.

L'AUTOMOBILE THÉORIQUE ET PRATIQUE

Par L. BAUDRY DE SAUNIER. — 500 pages, 300 gravures. — 2 tomes, chacun **13** fr. *franco.*

Toutes les formalités.

LES FORMALITÉS DE L'AUTOMOBILE

Par B. de S. (formalités, impôts, papiers). *Franco* 1 fr. **75**.

Toutes les impositions.

L'AUTOMOBILE ET L'IMPOT

Par G. BONNEFOY, docteur en droit. — *Franco* **5** fr. **50**.

Toutes les finesses dans la conduite d'une voiture.

L'ART DE BIEN CONDUIRE

Par L. BAUDRY DE SAUNIER. — 300 pages, nombreuses gravures. — *Franco* **5** fr. **50**.

Toutes les formules de construction.

LE FORMULAIRE DE L'AUTOMOBILE

Par H. FÉRON, ingénieur E. C. P. — *Franco* **12** fr. **50**

Toutes les connaissances de la magnéto et de la dynamo d'éclairage.

L'ALLUMAGE DANS LES MOTEURS A EXPLOSIONS

Par L. BAUDRY DE SAUNIER. — *Franco* **12** fr. **50**.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES AUTOMOBILES

Par ROBIDA, ingénieur E. C. P. — **2** fr. **25**.

ENVOI CONTRE MANDAT

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "

ÉCOLE BRÉGUET

Électricité

et Mécanique théoriques et pratiques

Subventionnée par l'État, la Ville de Paris et S. A. S. le Prince de Monaco

81 à 89, Rue Falguière, PARIS

(XV^e Arrondissement)

TRAVAUX d'ATELIERS

ET DE

LABORATOIRES

Diplôme d'Ingénieur Électricien

Préparation à l'École Supérieure d'Électricité

LES PLUS HAUTES RÉCOMPENSES

AUX EXPOSITIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

T.S.F.

LE

MORSOPHONE

Seul appareil permettant d'apprendre à lire au son les télégrammes transmis en signaux MORSE. Seul et sans aide, quelques heures d'étude suffisent. *Adopté par l'école française de T. S. F. de Dijon.*

PRIX de l'appareil complet : 12 fr. 50, franco gare : 13 fr. 35

CH. SCHMID **BAR-LE-DUC (Meuse)**

Pour la vente en gros, s'adresser à M. Edmond PICARD, *51, rue Orfila, Paris (20e).*

13e CONCOURS LÉPINE — Médaille de Vermeil — PARIS-1913

GRAND PRIX BRUXELLES 1910

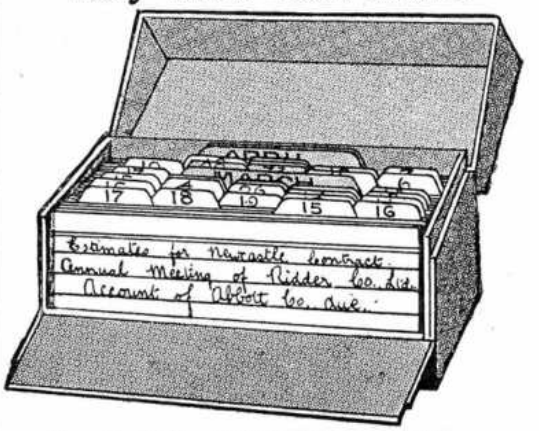
LE MEILLEUR, LE MOINS CHER DES ALIMENTS MÉLASSÉS

PAÏL'MEL

POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL

USINES A VAPEUR A TOURY (EURE-ET-LOIR)

The Greatest Time-Saver Any Man Can Have



And It's FREE To You

But we are getting ahead of our story. This handy box of cards is called the Perpetual Reminder. "Worth forty-seven pigeon-holes," as one user says, "and any number of note books." Placed on your desk it keeps your appointments, saves your time, clears your mind of petty details, calls important matters to your attention, lessens the strain on your memory, helps to systematize your day's work.

The Perpetual Reminder is a complete desk and pocket card system. It is a receptacle for all the miscellaneous matters, all the loose memoranda now scattered about your office, and so likely to get lost. It has guide cards by months and days, and a quantity of fine, heavy, standard-size three by five inch record cards. The cards are in a handsome and ingenious cloth-covered board box—ingenious because of a peculiar arrangement which keeps the TO-DAY cards always before you, and the guide cards always in sight. The arrangement and handling of the Reminder are absolutely simple and automatic—that is why it is so wonderful.

The way to get the Perpetual Reminder for nothing is through SYSTEM. System is essential to business success. And so is SYSTEM, the magazine. It tells every month about all the new business methods and ideas that make money and save time—all the little wrinkles in office, shop and factory that save worry. Through SYSTEM you can learn all that anyone can possibly tell you about system and business methods. One hundred and thirty-two to two hundred pages monthly full up with business ideas for YOU. The regular reading of SYSTEM will solve your business perplexities. SYSTEM has a staff of experts—practical business men—who will answer your questions gladly and cheerfully and promptly. This service will cost you not one single penny—if you are a subscriber to SYSTEM. The price of SYSTEM is fourteen shillings and sixpence a year. It is worth a great deal more than that to any alert man with his eyes on the main chance.

The Head of a large Trading Company says: "It is absolutely necessary for us in the conduct of our business to have before us such information as SYSTEM gives. Our entire business system has been made up from the suggestions contained in your publication."

Special Offer to "La Science et la Vie" Readers:

We said the Perpetual Reminder would cost you nothing. Here is the way. Send us fourteen shillings and sixpence for a year's subscription to SYSTEM, and we will send you a Perpetual Reminder, every cost, including carriage, fully prepaid.

Write your name and address in the white space opposite: tear out this advertisement and post it to us, with your cheque or postal order, and you will receive twelve issues of the magazine, and the Perpetual Reminder absolutely free. Act at once. We have only a few of the Reminders on hand, and we believe that they will be snapped up in a hurry.

WRITE NAME AND ADDRESS HERE

A. W. SHAW COMPANY LTD.

307 Oswald House, 34 Norfolk St., London, W.C.

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

POUR NOS ABONNÉS

Nos abonnés savent que nous n'offrons à nos lecteurs ni primes, ni concours, ni remboursement en marchandises d'aucune sorte. Nous pensons mieux faire pour la diffusion de notre revue, en nous efforçant de lui assurer le concours des savants les plus éminents et en ne ménageant ni frais, ni peine pour en perfectionner constamment la rédaction et l'illustration.

Toutefois, afin de permettre à nos abonnés de conserver la collection de *La Science et la Vie* sous une forme pratique et élégante, nous avons décidé de leur envoyer à l'avenir, gratis et franco, les cartonnages que nous avons fait fabriquer en vue de la reliure de nos fascicules. Jusqu'ici nous vendions ces cartonnages 1 fr. 50 l'un, à nos abonnés comme aux acheteurs au numéro.

Nos abonnés pourront, suivant leurs préférences, réunir les douze numéros d'une année en deux ou en quatre volumes. Dans le premier cas, nous leur adresserons, *sur leur demande,* à la fin de chaque semestre. un cartonnage pour 6 fascicules. Dans le cas où ils préfèreront faire relier notre magazine par trimestre, nous leur adresserons, également à titre gracieux, 2 cartonnages pour deux trimestres à leur choix. C'est donc un cadeau de 3 francs que nous offrons á chaque souscripteur d'abonnement.

Chaque emboîtage porte imprimé au dos l'énumération des numéros qu'il contient.

Avec ces emboîtages n'importe quel relieur de votre voisinage reliera vos volumes de façon uniforme et pour un prix insignifiant.

En dehors de cette facilité nouvelle, chacun de nos abonnés pourra, comme par le passé, faire paraître gratuitement dans nos petites annonces, en une ou plusieurs insertions, des avis sans caractère commercial jusqu'à concurrence de 10 lignes par an, ou des avis commerciaux jusqu'à concurrence de 5 lignes.

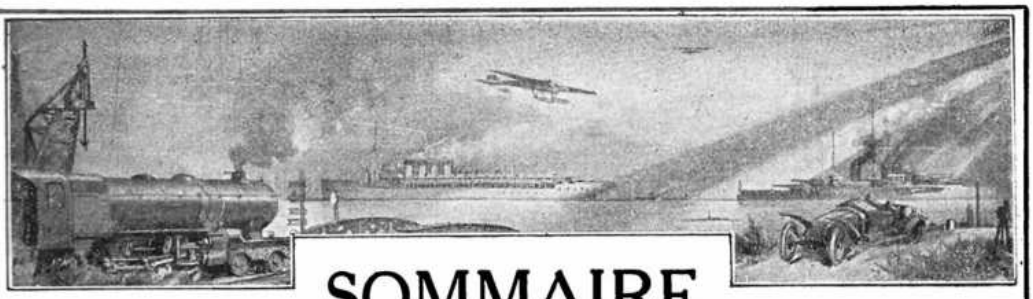
Cette faveur, à elle seule, pourrait être présentée comme un remboursement du prix de l'abonnement, dont elle couvre, et au delà, le montant, au taux actuel de nos tarifs de publicité qui ont naturellement suivi la marche ascendante de notre tirage.

Signalons enfin deux autres avantages à s'abonner à *La Science et la Vie* au lieu de l'acheter par numéro :

D'abord l'abonné reçoit, chaque mois, son exemplaire soigneusement enveloppé, plusieurs jours avant la mise en vente chez les marchands. Ensuite l'abonné est sûr qu'aucun numéro ne manquera à sa collection.

Or la collection de *La Science et la Vie* formera, comme on a déjà pu s'en rendre compte, une bibliothèque très spéciale et de haute valeur.

On s'abonne dans tous les bureaux de poste de France ou en envoyant directement à l'Administration de *La Science et la Vie*, 13, rue d'Enghien, Paris, un mandat-poste de 12 francs pour la France et de 20 francs pour l'étranger.



SOMMAIRE

Numéro 12 — Mars 1914

Pourquoi la terre tremble	Stanislas Meunier. Professeur de géologie au Muséum d'Histoire naturelle.	291
Une Fleur minérale	Camille Flammarion. Directeur de l'observatoire de Juvisy.	313
Les Appareils qu'on utilise aujourd'hui pour les sports d'hiver	G. Lorthiois	317
Le Percement de l'isthme de Panama et le génie français	Philippe Bunau-Varilla	333
La Pharmacie militaire fabrique elle-même ses médicaments	A. Balland. Pharmacien principal de l'armée.	355
Les Gisements pétrolifères de l'Oural	G. Benoiton. Ingénieur civil des Mines.	360
La Lumière est le burin qui grave nos illustrations	Ernest Coustet	369
On mesure les chocs de nos voitures et les trépidations de nos immeubles	A. Boyer-Guillon. Chef de la section des Machines au Conservatoire des Arts et Métiers.	385
Le Problème de la stérilisation des eaux potables	Jean Brun. Ingénieur chimiste.	392
D'Énormes machines tournent sur billes comme des bicyclettes	J. Varnet. Ingénieur des Arts et Manufactures.	397
Les Animaux que l'homme extermine pour se vêtir de leur fourrure	Pierre Allamet	401
Comment favorise-t-on les découvertes?	Dr E. Toulouse. Médecin-chef de l'Asile de Villejuif.	415
Les Classiques de la Science : La Terre tourne sur elle-même et autour du soleil	Fontenelle	418
La Science et la recherche scientifique	Emile Picard. De l'Académie des Sciences, professeur à la Sorbonne.	423
Ce qui préoccupait le monde savant il y a juste un siècle en mars 1814	Dr G. Vitoux	427
Quelques petites inventions plus ou moins pratiques		429

Et de nombreux articles illustrés sur les curiosités scientifiques les plus récentes.

LA SCIENCE ET LA VIE PARAIT CHAQUE MOIS
Le Numéro 1 fr. — Abonnements : France 12 fr. — Etranger 20 fr.
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien. — PARIS

Le moindre frisson du sol suffit à détruire l'œuvre de l'homme

Les convulsions contemporaines de la croûte terrestre ont des effets désastreux dont cette vue prise en 1910 dans un village de Provence ne nous donne qu'une faible idée. Ce ne sont là, cependant, que d'imperceptibles frémissements par rapport à ce que furent, sans doute, à la même seconde, les formidables glissements souterrains qui préparent pour l'avenir la constitution d'une chaîne de montagnes.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris par tous

Paraît chaque mois — Abonnements : France 12 fr., Etranger 20 fr.

Rédaction, Administration et Publicité : 13, Rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 43-16

Tous droits de traduction et de reproduction réservés pour tous pays, y compris la Suède et la Norvège

Tome IV — Deuxième année. — Mars 1914 — Numéro 12

POURQUOI LA TERRE TREMBLE

Par Stanislas MEUNIER

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

La visite d'une contrée habitée qui vient de subir un grand tremblement de terre donne lieu invariablement aux deux constatations suivantes :

1° Le pays a été ravagé; les villes ne sont plus que des amas de décombres sous lesquels continuent à gémir quelque temps ceux des malheureux habitants qui n'ont pas été tués sur le coup.

2° Si on fait abstraction de la catastrophe humaine, pour rechercher les traces du phénomène sur les objets naturels, on est forcé de reconnaître que ces traces sont très faibles et bien souvent pratiquement nulles. Les plus graves se présentent quand la région éprouvée est sur le littoral de la mer ou d'un grand lac, car alors les eaux sont sorties un moment de leur bassin et, outre qu'elles ont noyé les habitants et balayé leurs demeures, elles peuvent avoir arraché des arbres et emporté la terre végétale sur une surface plus ou moins grande. Mais, après les secousses, l'eau est généralement rentrée dans ses limites primitives et, comme à Messine par exemple, le niveau relatif de la mer et de la terre ferme se retrouve rigoureusement le même qu'avant le phénomène. Plus loin des côtes, les effets sur les objets naturels sont encore moins marqués et on ne peut que noter parfois des éboulements de blocs sur le flanc des montagnes, ou des glissements du sol superficiel, avec ou sans l'accompagnement de crevasses et de sorties d'eaux amenant au jour des boues et des sables.

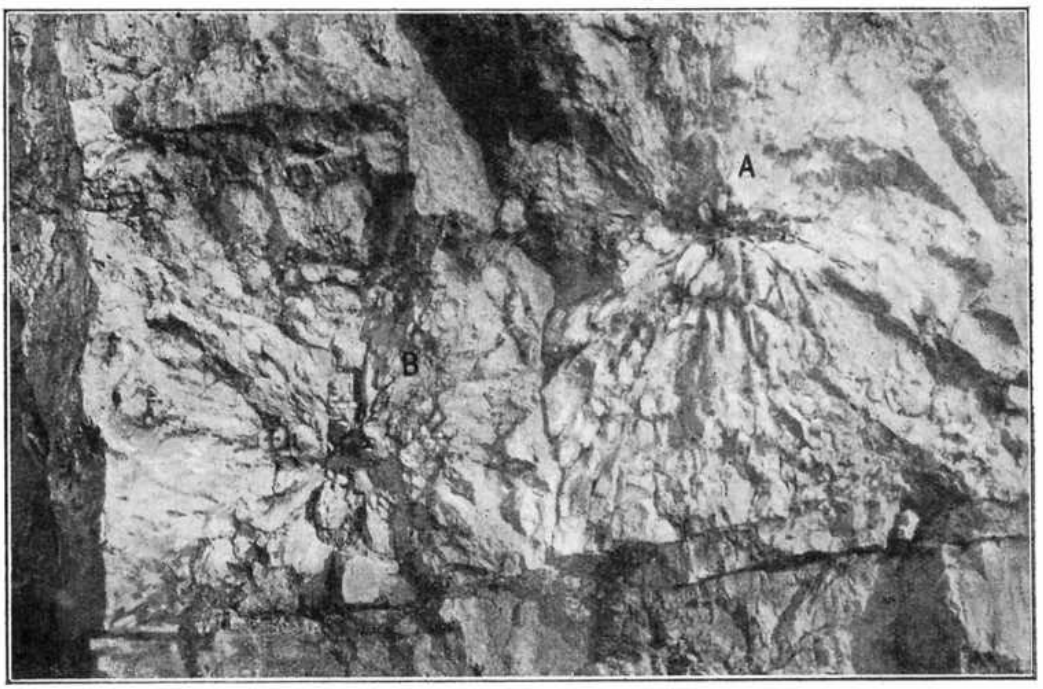
LE PROFESSEUR STANISLAS MEUNIER

Il y a là une sorte de contradiction du moins apparente, qui mérite d'être expliquée et dont l'explication suppose la constatation d'une foule de circonstances du plus haut intérêt. Le pre-

mier point est de rechercher comment les tremblements de terre peuvent s'expliquer, ce qui suppose quelques notions sur les grands traits de la structure générale de la Terre.

Que notre planète soit une boule et même qu'elle soit, comme un gigantesque ognon, constituée par des tuniques concentriques, c'est ce qui résulte d'observations au courant desquelles tout le monde a été mis par l'enseignement le plus élémentaire. Si nous arrivions des profondeurs du ciel, pour nous établir sur la terre, nous aurions à traverser la tunique la plus extérieure qui est l'atmosphère, pour parvenir à la surface de la mer ou à celle d'un continent. Puis nous reconnaîtrions que la mer est supportée partout par un fond rocheux qui n'est que la continuation de la surface continentale, en sorte que la nappe aqueuse se présente comme une tunique concentrique à la nappe aérienne. Sa principale différence avec celle-ci, c'est qu'elle est interrompue çà et là par la terre ferme qui représente seulement les irrégularités de forme du fond sous-marin, assez fortes pour dépasser le niveau général des mers.

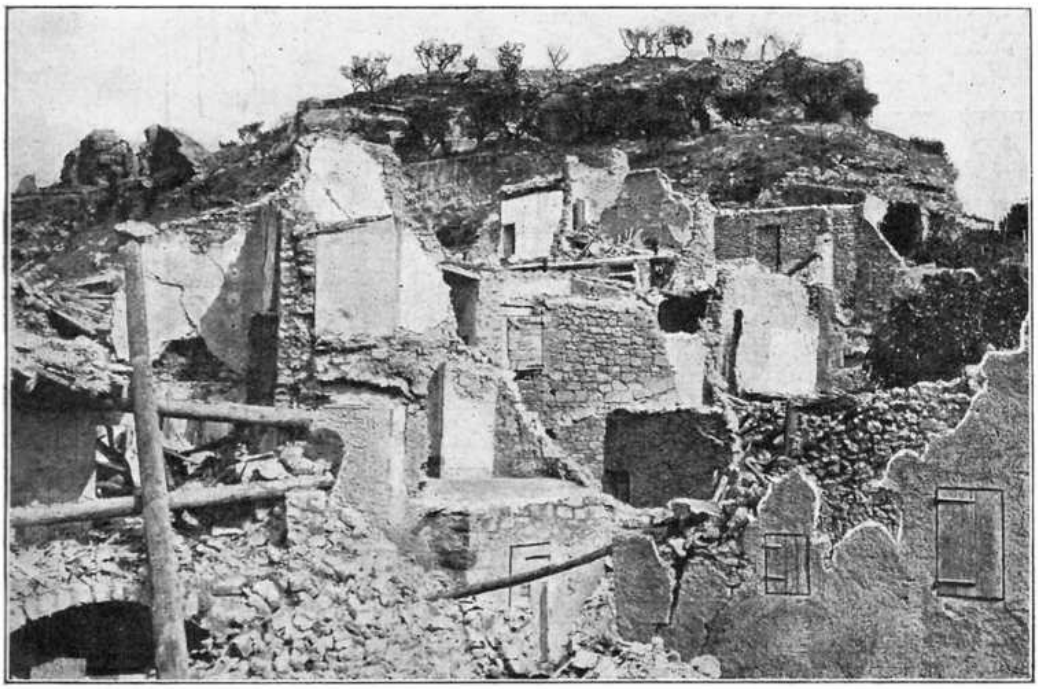
Enfin, une découverte tout à fait fondamentale et maintenant bien établie, c'est que la portion solide composant les continents, les îles et le fond océanique n'a pas une épaisseur illimitée et qu'elle constitue à son tour une troisième tunique concentrique aux deux précédentes. Cette notion est solidement établie par des considérations que nous ne pouvons que rappeler et qui ont trait à la distribution souterraine de la chaleur, émanant du noyau intérieur de notre planète. Des milliers de mesures, réalisées en tous les pays et dans les conditions les plus variées, ont conduit à cette conclusion qu'à 60 kilomètres au-dessous de la surface du sol, il règne une température de 2 000 degrés. Or, cette température est telle qu'aucune des substances connues



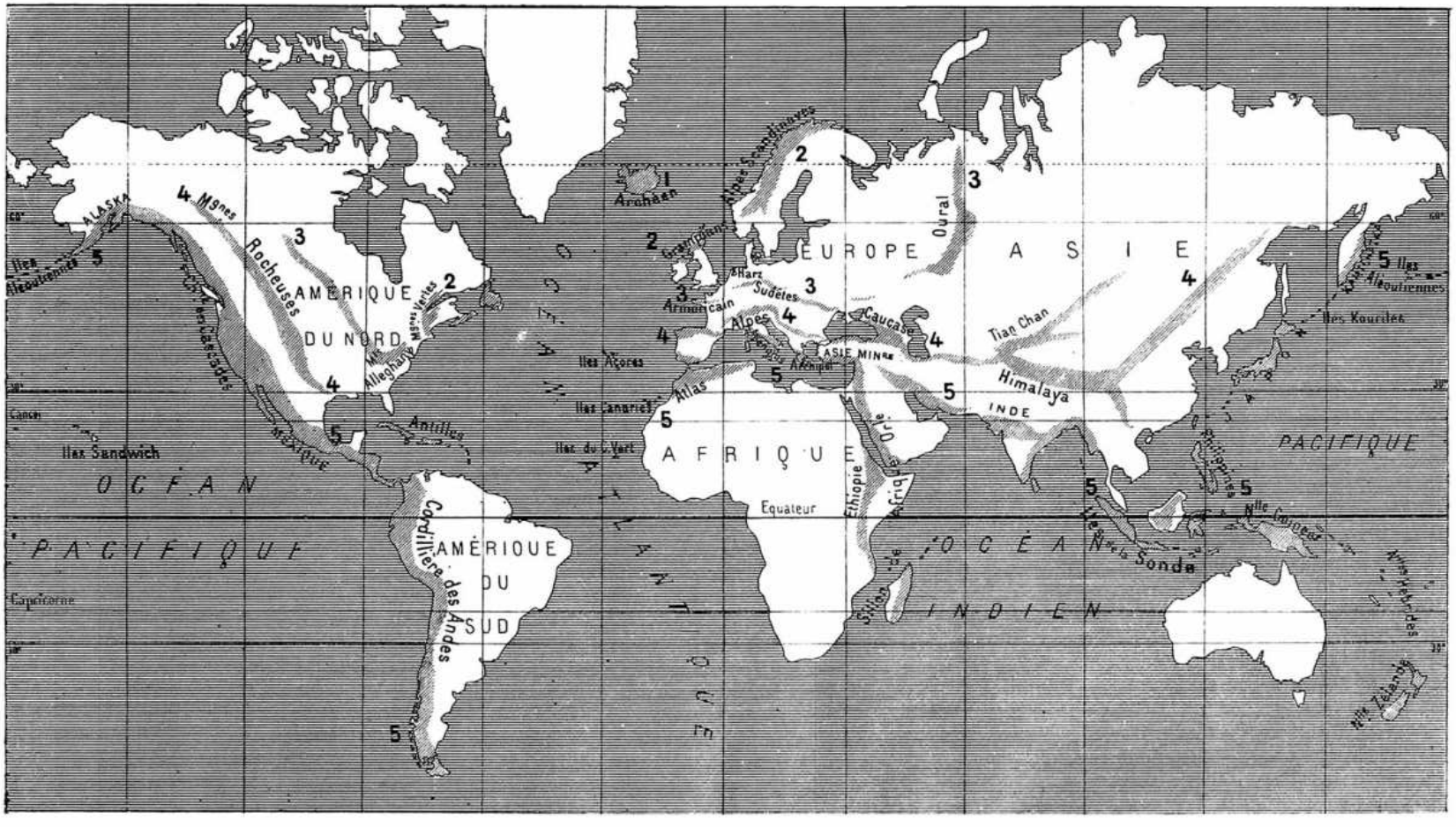
L'EFFET DE LA DYNAMITE NE SE MANIFESTE QUE PRÈS DU CENTRE D'EXPLOSION

A *et* B *sont les emplacements de deux cartouches de dynamite ayant servi à l'ouverture d'une route dans des roches marmoréennes, près de Belley (Ain). Les lits rocheux n'ont été déplacés qu'au voisinage immédiat de ces points ; plus loin, ils n'ont été que momentanément ébranlés.*

QUELQUES TRACES DU DERNIER TREMBLEMENT DE TERRE DE PROVENCE (11 JUIN 1909)
A Salon, les maisons de la rue d'Avignon avaient fortement souffert : les murs qui ne s'étaient pas écroulés durent être étayés pour maintenir leur équilibre incertain.



A COTÉ DES HABITATIONS, RUINÉES PAR LE SÉISME, LA NATURE DEMEURE IMPASSIBLE
L'aspect désolé de ce village de Provence après le tremblement de terre forme un contraste frappant avec la végétation de la colline voisine, que le cataclysme semble avoir épargnée

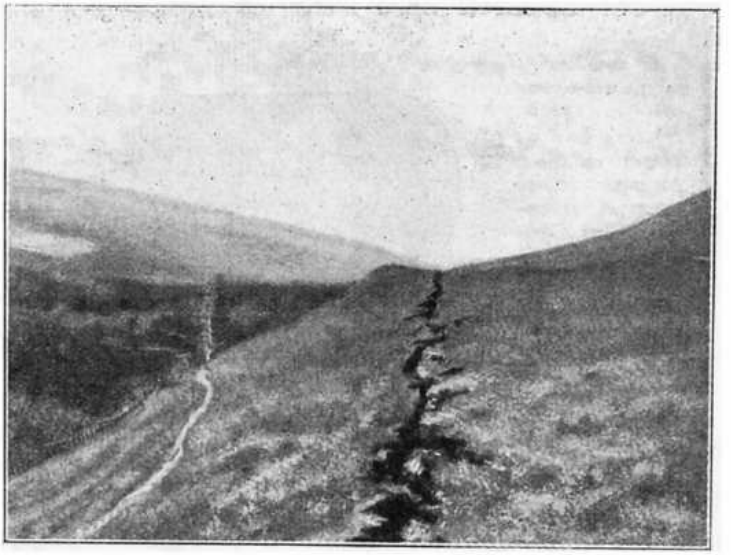


COMME LES VAGUES D'UNE MER, LES RIDEMENTS SISMIQUES SILLONNENT LES CONTINENTS SUIVANT DES LIGNES SENSIBLEMENT PARALLÈLES

Les montagnes des régions ombrées sur cette carte sont les vestiges de bouleversements internes de notre globe qui se sont traduits à sa surface par des soulèvements plus ou moins réguliers; ceux-ci ont été numérotés sur ce planisphère d'après leur ancienneté relative.

ne peut y conserver l'état solide et qu'elle doit par conséquent y être liquide, ou gazeuse, ou, tout au moins, dans un état physique qu'on ne sait pas encore définir et qui (sans aucune contestation possible) n'est pas l'état solide. D'ailleurs l'épaisseur de la tunique solide, qui enveloppe le noyau, est égale au centième du rayon de la terre (6 000 kilomètres).

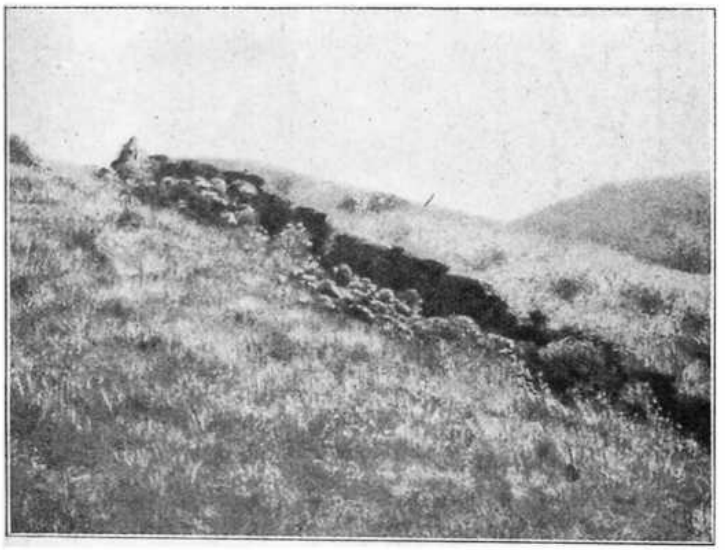
En résumé, la terre nous apparaît comme une grosse boule si chaude que rien n'y est solide et qu'enveloppent, comme le triple airain d'Horace, trois tuniques superposées : solide (c'est l'écorce rocheuse), liquide (c'est l'océan), gazeuse (c'est l'atmosphère).



UNE CREVASSE APPARUE PRÈS DE SAN-FRANCISCO EN 1906

Lors des grandes secousses sismiques, des glissements, en général superficiels, font parfois craquer la surface terrestre sur des longueurs considérables.

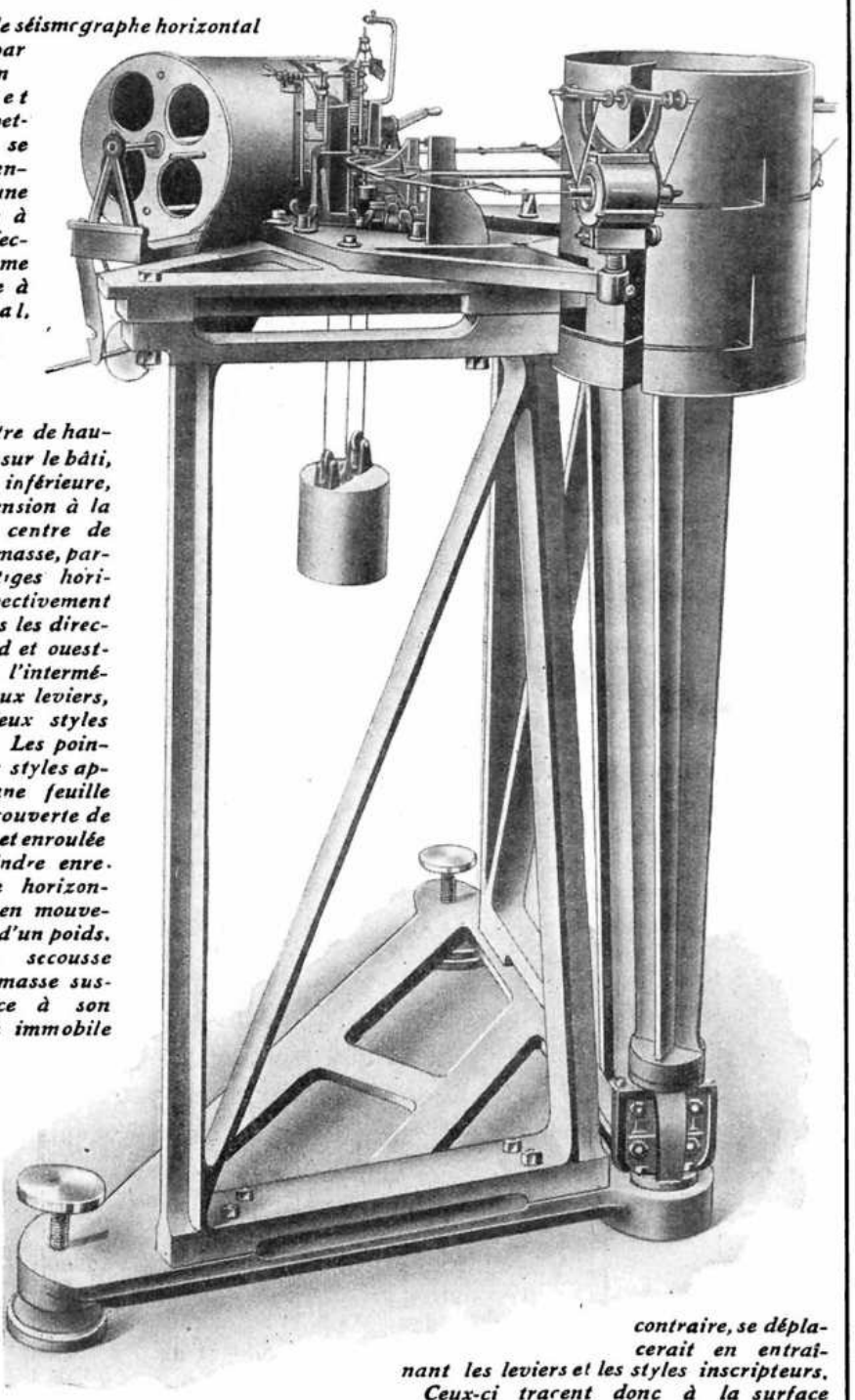
Il est facile de voir que cet ensemble ne peut rester en équilibre qu'en se modifiant constamment. En effet, il se refroidit sans cesse et sans compensation, et son refroidissement continuel doit évidemment être accompagné de la diminution progressive de son volume. D'un autre côté, les deux régions superposées, dont l'une forme le noyau et l'autre l'écorce, sont obligées, à cause de leurs états physiques différents, de subir des contractions très inégales : le fluide est contractile et se rapetisse sans changer de forme, tandis que l'enveloppe solide, dont l'appui naturel se dérobe sous elle, ne peut être contrainte à diminuer de surface qu'en se déformant : c'est la cause de ces *soulèvements* et de ces *affaissements lents* dont la Scandinavie et notre littoral de la Manche fournissent des exemples classiques et qu'on désigne sous le nom de



L'AGITATION SUPERFICIELLE DU GLOBE EN DÉCHIRE PARFOIS L'ENVELOPPE

La différence de niveau entre les deux lèvres de cette fente était de 2 mètres. Cet écart n'est nullement comparable à l'amplitude des tremblements anciens qui ont créé nos montagnes.

Cet appareil enregistre les mouvements horizontaux du sol



Ce modèle de séismographe horizontal est fabriqué par la maison Spindler et Hoyer de Goettingue. Il se compose essentiellement d'une masse de 80 à 200 kgs affectant la forme d'un cylindre à axe vertical. Cette masse est soutenue par un bras vertical d'environ un mètre de hauteur, articulé sur le bâti, à sa partie inférieure, par une suspension à la Cardan. Du centre de gravité de la masse, partent deux tiges horizontales, respectivement orientées dans les directions nord-sud et ouest-est qui, par l'intermédiaire de deux leviers, actionnent deux styles inscripteurs. Les pointes des deux styles appuient sur une feuille de papier recouverte de noir de fumée et enroulée sur un cylindre enregistreur à axe horizontal, que met en mouvement la chute d'un poids. Lors d'une secousse sismique, la masse suspendue, grâce à son inertie, reste immobile par rapport à la verticale, et avec elle les tiges d'impulsion, les leviers et les styles. Au contraire, le bâti de l'appareil et le cylindre enregistreur suivent les oscillations de la terre.

Au point de vue pratique, tout se passe comme si le bâti et le cylindre enregistreur restaient immobiles, tandis que la masse pendulaire, au contraire, se déplacerait en entraînant les leviers et les styles inscripteurs.

Ceux-ci tracent donc à la surface du cylindre deux courbes correspondant aux composantes nord-sud et est-ouest des mouvements du sol, fortement amplifiés par le jeu des leviers.

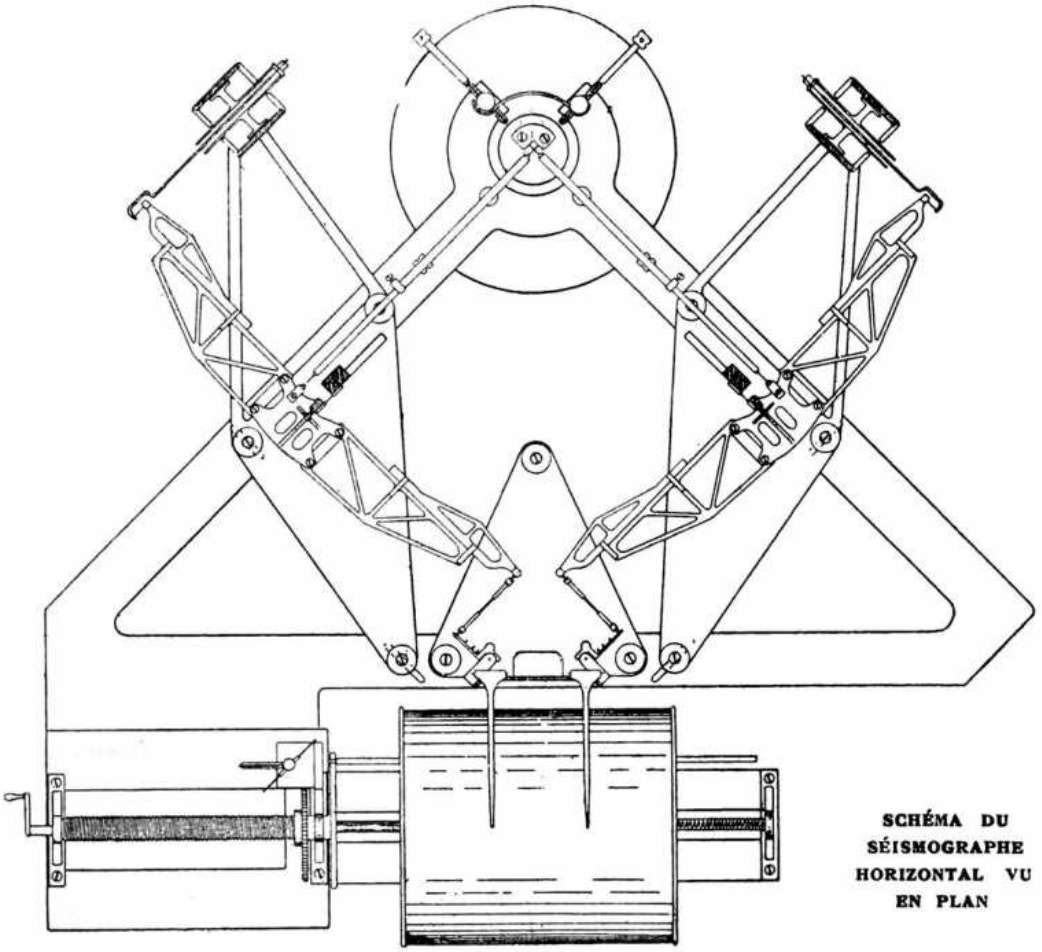


SCHÉMA DU SÉISMOGRAPHE HORIZONTAL VU EN PLAN

On distingue nettement sur cette figure les divers organes dont il est question à la page précédente. La disposition de chacun des grands leviers évidés est remarquable. Tandis qu'une extrémité est articulée à un système de leviers plus petits qui actionne un des styles, l'autre extrémité est reliée à un amortisseur à air dont on peut régler à volonté la puissance.

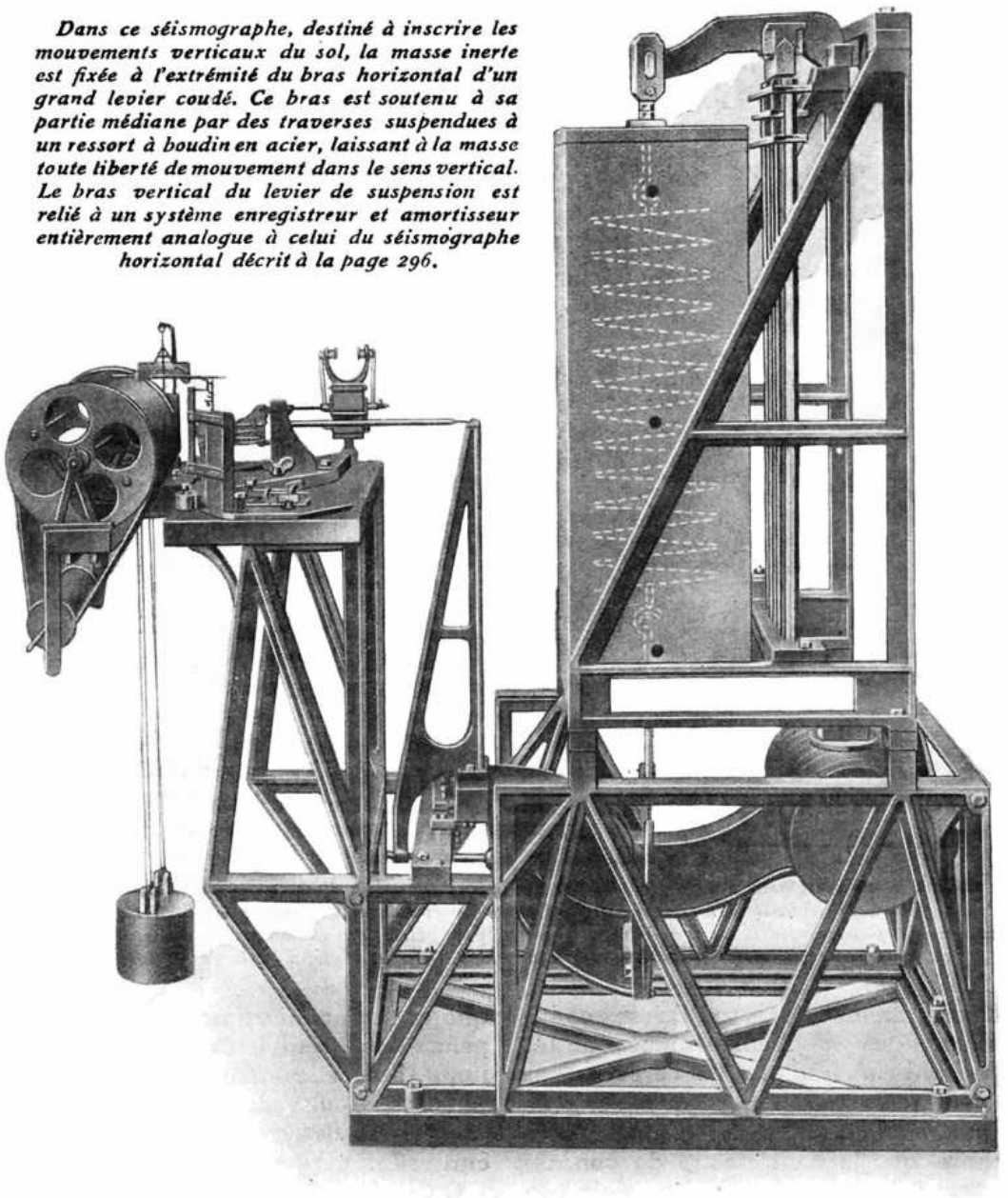
bossellements généraux. En se continuant, ces mouvements amènent tôt ou tard la fracture de l'écorce.

Voilà le grand mot prononcé. Le tremblement de terre n'est pas autre chose que le contre-coup du concassement de la croûte, qui produit à la fois des irrégularités d'épaisseur, des échauffements et des trépidations. Le phénomène ayant son siège dans les entrailles du sol, en pleine épaisseur de l'écorce solide, les trépidations seules peuvent parvenir à la surface où elles constituent les ébranlements séismiques. Au contraire, l'échauffement souterrain s'épuise en traversant les roches superposées, et c'est pour cela que le thermomètre ne manifeste rien pendant les tremblements de terre. Les impulsions elles-mêmes — dépensées pendant leur propagation centrifuge — ne déterminent au jour aucun effet permanent.

On pourrait s'étonner que nous soyons si bien renseignés sur les diverses particularités du phénomène si nous ne disions tout de suite que chaque tremblement de terre laisse des traces durables, et comme un stéréogramme de son allure, dans les roches fissurées d'où il a rayonné. On rencontre ainsi les témoignages de très anciennes secousses dans toutes les montagnes et il n'est pas exagéré de dire que les chaînes

L'INSCRIPTION DES SECOUSSES VERTICALES EXIGE L'EMPLOI D'UN APPAREIL SPÉCIAL

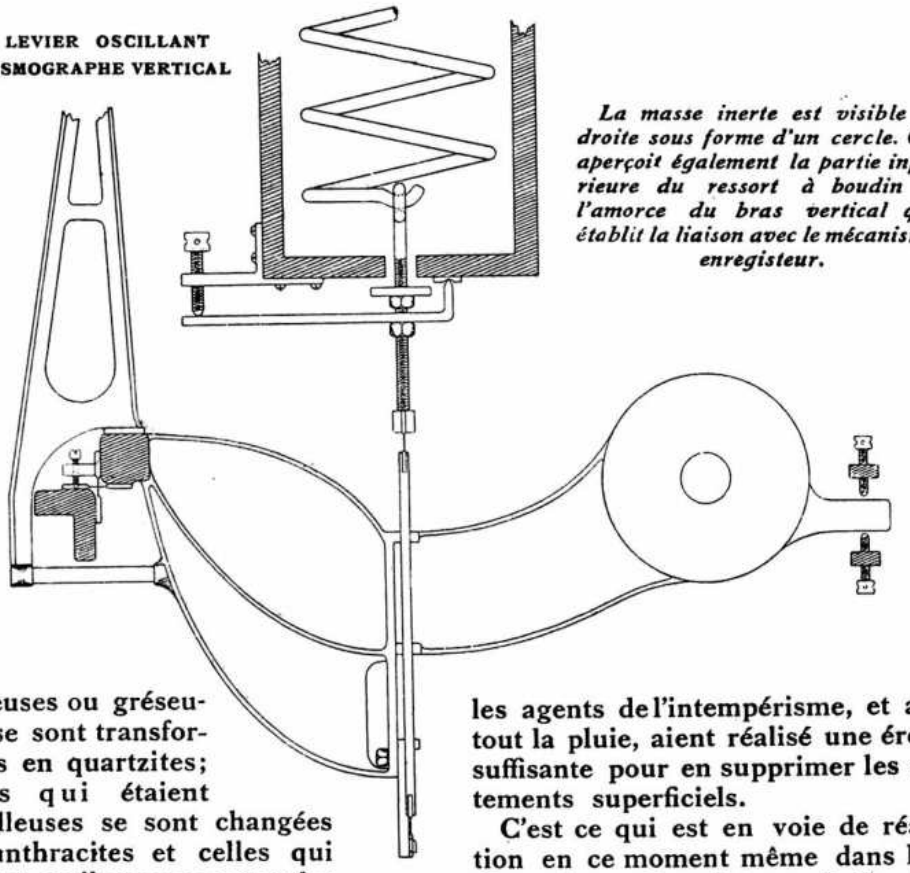
Dans ce séismographe, destiné à inscrire les mouvements verticaux du sol, la masse inerte est fixée à l'extrémité du bras horizontal d'un grand levier coudé. Ce bras est soutenu à sa partie médiane par des traverses suspendues à un ressort à boudin en acier, laissant à la masse toute liberté de mouvement dans le sens vertical. Le bras vertical du levier de suspension est relié à un système enregistreur et amortisseur entièrement analogue à celui du séismographe horizontal décrit à la page 296.



de montagnes ont été édifiées *à coups de tremblements de terre.*

Il suffit de se promener dans les Alpes, dans les Pyrénées, ou dans quelque autre région analogue, pour constater que le relief du sol est causé avant tout par le glissement de gigantesques quartiers de roches, le long des fissures généralement inclinées qui traversent le sol en sens divers. On voit nettement, en outre, que ces roches déplacées ont été soumises à une température très intense, car elles sont, comme on dit, *métamorphiques :* toutes celles qui étaient calcaires sont devenues des marbres ; celles qui étaient

LE LEVIER OSCILLANT
DU SÉISMOGRAPHE VERTICAL



La masse inerte est visible à droite sous forme d'un cercle. On aperçoit également la partie inférieure du ressort à boudin et l'amorce du bras vertical qui établit la liaison avec le mécanisme enregistreur.

sableuses ou gréseuses se sont transformées en quartzites; celles qui étaient houilleuses se sont changées en anthracites et celles qui étaient argileuses sont passées à l'état de schistes, parfois même d'ardoises.

Pour terminer cette histoire, il faut donc, comme nous le disions en commençant, concilier ces deux faits qui semblent tout d'abord se contredire : que, d'un côté, les montagnes sont édifiées à coups de tremblements de terre et, d'autre part, qu'à la suite des tremblements de terre, même les plus violents, on n'observe pas à la surface du sol des changements d'allure de quelque importance.

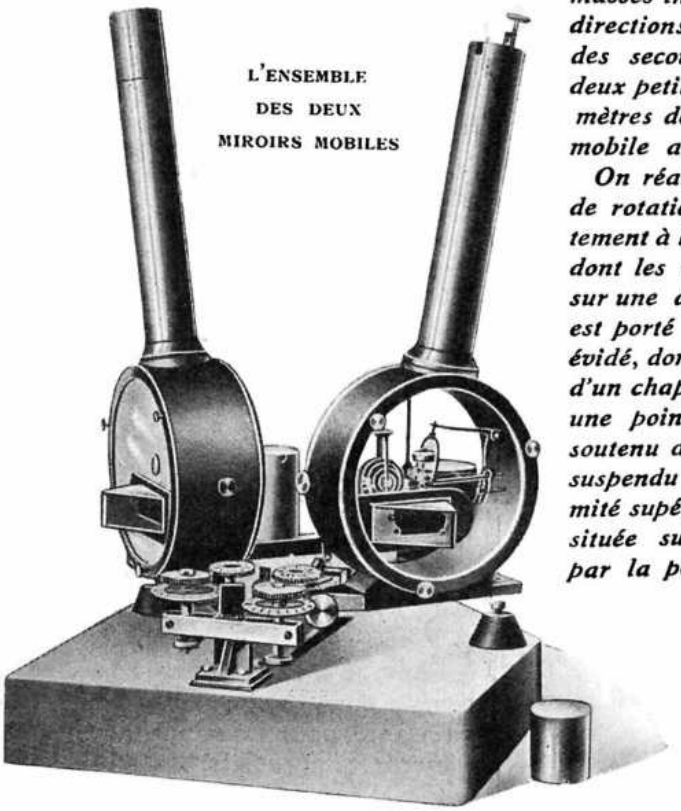
En réalité, la montagne s'est faite en profondeur, c'est-à-dire sous le revêtement des couches que les impulsions atténuées et épuisées n'ont plus été capables, à cause de leur éloignement du centre sismique, ni de déformer, ni de métamorphoser. Pour que la montagne apparaisse au jour il faut que (toute la région ayant été soulevée, en conséquence des bossellements généraux) les agents de l'intempérisme, et avant tout la pluie, aient réalisé une érosion suffisante pour en supprimer les revêtements superficiels.

C'est ce qui est en voie de réalisation en ce moment même dans l'Asie Centrale, sur les plateaux du Pamir, si hauts qu'on les a qualifiés de « toit du monde ». Malgré leur altitude de plus de 6000 mètres, ils sont composés d'assises, récentes au témoignage de leurs fossiles, et qui sont restées horizontales. Pour comprendre leur énorme transport vertical, il faut nécessairement admettre qu'elles recouvrent un noyau souterrain, métamorphique, refoulé, coupé de failles et dont, en un mot, la structure générale reproduit exactement celle des Alpes.

Réciproquement, la chaîne des Alpes est établie sur l'emplacement de quelque antique Pamir, qui a perdu, par l'érosion pluviaire, des milliers de mètres de sa portion supérieure et qui, en conséquence, offre maintenant aux regards sa région interne où tous les effets d'innombrables tremblements de terre se sont accumulés pendant une période très longue.

Pour résumer ce qui précède, on doit

L'enregistrement photographique des secousses horizontales



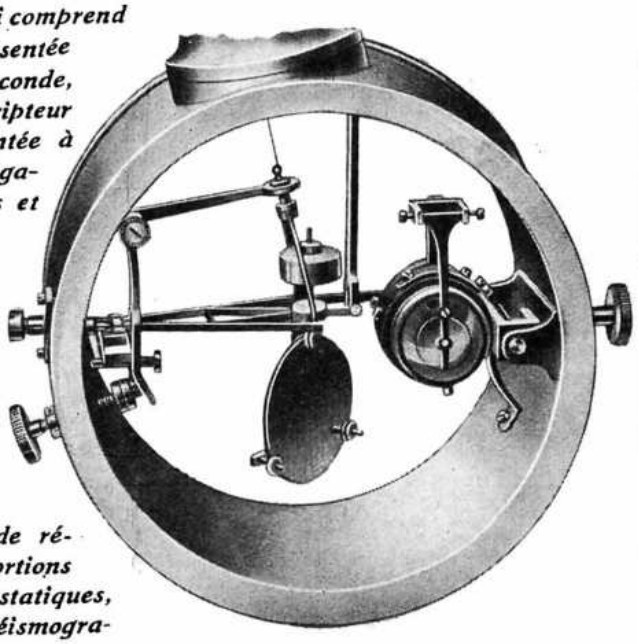
L'ENSEMBLE DES DEUX MIROIRS MOBILES

masses inertes, correspondant aux directions nord-sud et est-ouest des secousses horizontales, sont deux petits miroirs concaves de 4 mètres de rayon, dont chacun est mobile autour d'un axe vertical.

On réalise pour ces mouvements de rotation un minimum de frottement à l'aide du montage suivant dont les détails sont bien visibles sur une de nos figures : le miroir est porté par un bras horizontal évidé, dont une extrémité, munie d'un chapeau d'agate, s'appuie sur une pointe d'acier; ce bras est soutenu d'autre part par un étrier suspendu à un fil fin dont l'extrémité supérieure, fixe, est exactement située sur la verticale passant par la pointe d'acier. C'est cette verticale qui constitue l'axe de rotation du miroir. Les deux bras horizontaux sont d'ailleurs orientés, à l'état de repos, l'un du sud au nord, l'autre de l'est à l'ouest, ce qui permet d'enregistrer séparément

Ce séismographe se compose de deux parties distinctes : la première, qui comprend les masses inertes, est représentée par les figures ci-contre; la seconde, formée par le dispositif inscripteur proprement dit, est représentée à la page suivante, où on voit également les boîtes protectrices et la connexion entre les deux séries d'organes.

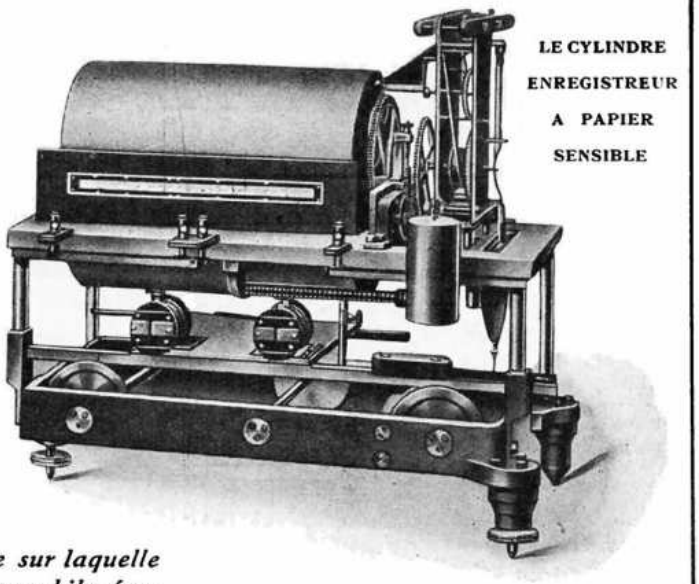
En utilisant des rayons lumineux pour l'enregistrement, on supprime les frottements et les résistances passives inévitables lorsqu'on utilise des styles et des leviers amplificateurs, si délicates qu'en soient les articulations; cela permet de réduire dans de grandes proportions la masse des pendules astatiques, organes principaux de tout séismographe. Dans le présent dispositif, les



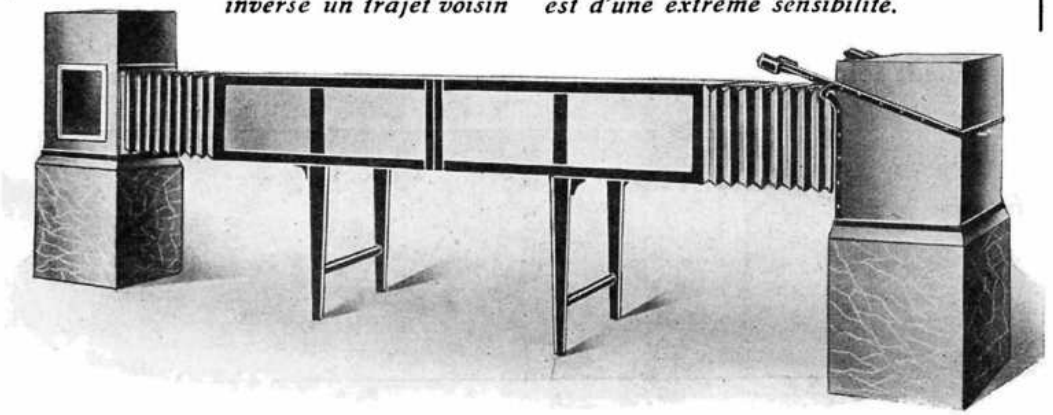
DÉTAIL DU DISPOSITIF DE SUSPENSION

les deux composantes horizontales des mouvements du sol. Le mouvement de chacun des pendules est amorti de la manière suivante: dans le prolongement du bras évidé est fixé un piston qui se meut dans une boîte cylindrique à axe horizontal: le frottement de l'air entre le piston et les parois de la boîte produit l'amortissement; pour pouvoir régler cette action à volonté, une des parois terminales de la boîte, qui est en verre, est percée d'une ouverture sur laquelle vient s'appliquer un disque mobile, également en verre, que l'on peut éloigner ou rapprocher à l'aide d'une vis, ce qui permet à l'air de la boîte de s'en échapper plus ou moins facilement.

Le fonctionnement du montage optique est facile à comprendre: sous le cylindre enregistreur se trouvent deux lampes électriques que l'on peut déplacer latéralement par le jeu d'une vis de réglage. Les deux pinceaux lumineux partis de ces lampes parcourent un couloir d'environ 4 m de longueur aboutissant à la boîte protectrice des pendules; là, chaque pinceau traverse un prisme à réflexion totale qui le renvoie sur le miroir mobile où il se réfléchit. La lumière de retour parcourt en sens inverse un trajet voisin du premier, en suivant les oscillations du miroir par rapport à l'ensemble du bâti. Chacun des deux pinceaux arrive ainsi sur le cylindre enregistreur où il impressionne une feuille de papier sensible. Le cylindre enregistreur et le papier photographique qu'il supporte tournent à la vitesse périphérique de 6 mm à la minute. Ce mouvement est commandé par un pendule à poids de construction soignée. Une fois l'inscription terminée, on développe et on fixe l'épreuve photographique ainsi obtenue, dont les deux courbes traduisent dans tous leurs détails les variations des deux composantes horizontales du séisme. Ce mode d'enregistrement est d'une extrême sensibilité.



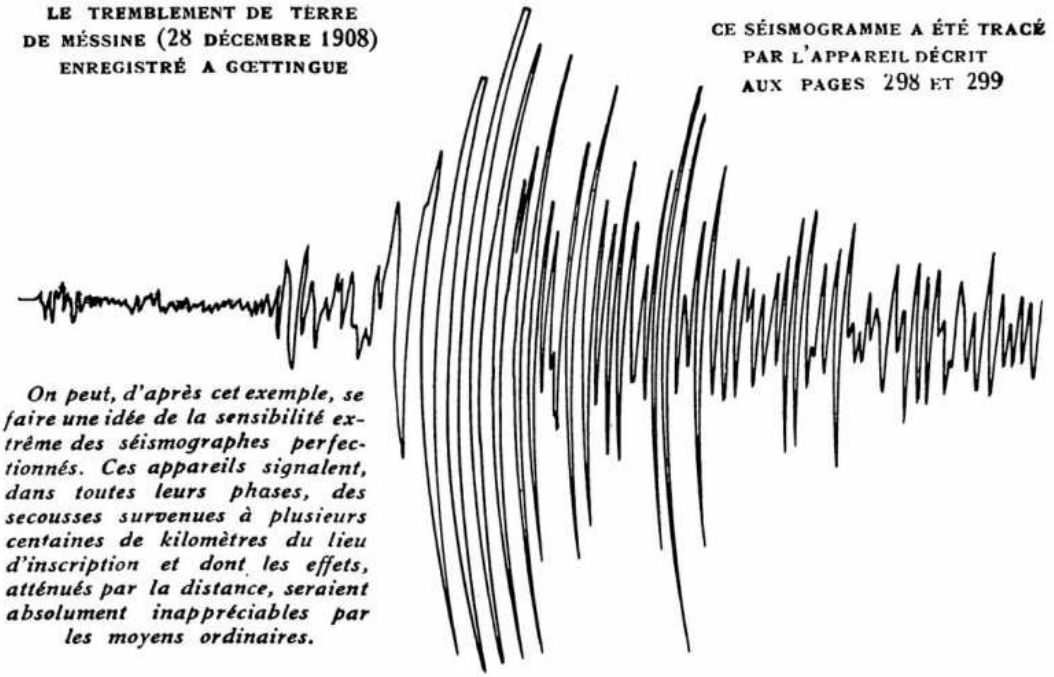
LE CYLINDRE ENREGISTREUR A PAPIER SENSIBLE



LES BOITES PROTECTRICES ET LE COULOIR QUI RELIE LES PENDULES AU CYLINDRE ENREGISTREUR

LE TREMBLEMENT DE TERRE DE MÉSSINE (28 DÉCEMBRE 1908) ENREGISTRÉ A GŒTTINGUE

CE SÉISMOGRAMME A ÉTÉ TRACÉ PAR L'APPAREIL DÉCRIT AUX PAGES 298 ET 299

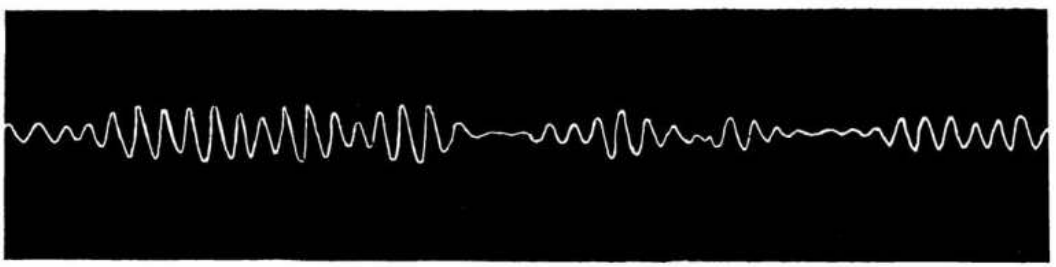


On peut, d'après cet exemple, se faire une idée de la sensibilité extrême des séismographes perfectionnés. Ces appareils signalent, dans toutes leurs phases, des secousses survenues à plusieurs centaines de kilomètres du lieu d'inscription et dont les effets, atténués par la distance, seraient absolument inappréciables par les moyens ordinaires.

donc reconnaître que le tremblement de terre, conséquence inévitable du refroidissement spontané du globe, est en même temps un simple détail de la naissance des montagnes et en particulier de la formation des îles et des continents, qui ne sont que des inégalités de la surface planétaire.

D'ailleurs, nous n'épuiserions pas notre sujet si nous ne constations que toutes les traces d'anciens tremblements de terre ne sont pas, et bien loin de là, contemporaines les unes des autres. Il y en a d'époques très diverses et dont les plus anciennes remontent prodigieusement loin dans le passé. Il est nécessaire d'ajouter qu'elles sont réparties en des localités dont la situation est précisément en rapport avec l'âge relatif de ces vestiges sismiques. La distribution géographique des montagnes conduit à reconnaître que le mécanisme même de leur production est véritablement continu et que, sans cesser d'agir, il s'est déplacé au cours des temps.

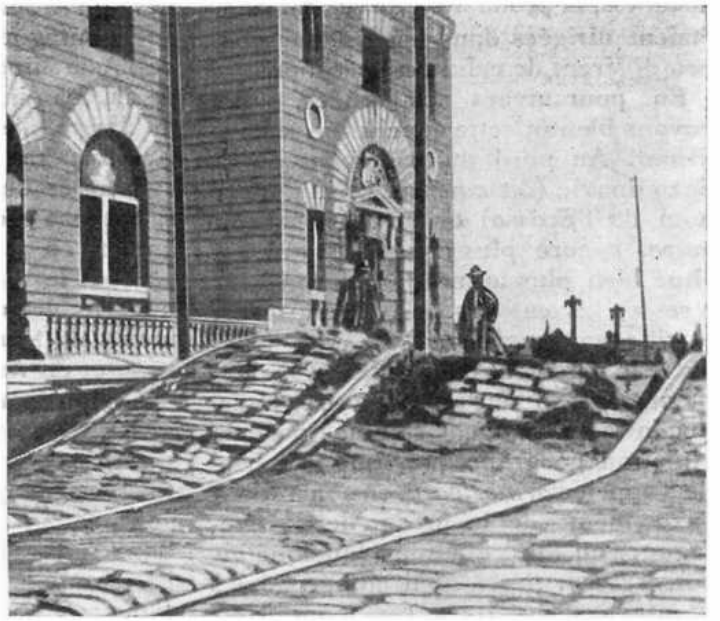
Si on compare, par exemple, deux grandes chaînes de montagnes de l'Europe, celle qui sépare la Suède de la Norvège, ordinairement qualifiée d'Alpe Scandinave, et celle dont le Mont Blanc est le point culmi-



COURBE D'INSCRIPTION DU TREMBLEMENT DE TERRE DE VALPARAISO OBTENUE A GŒTTINGUE

Ce diagramme a été fourni le 18 août 1906 par un séismographe vertical à inscription mécanique, extrêmement sensible. Notre reproduction est en vraie grandeur.

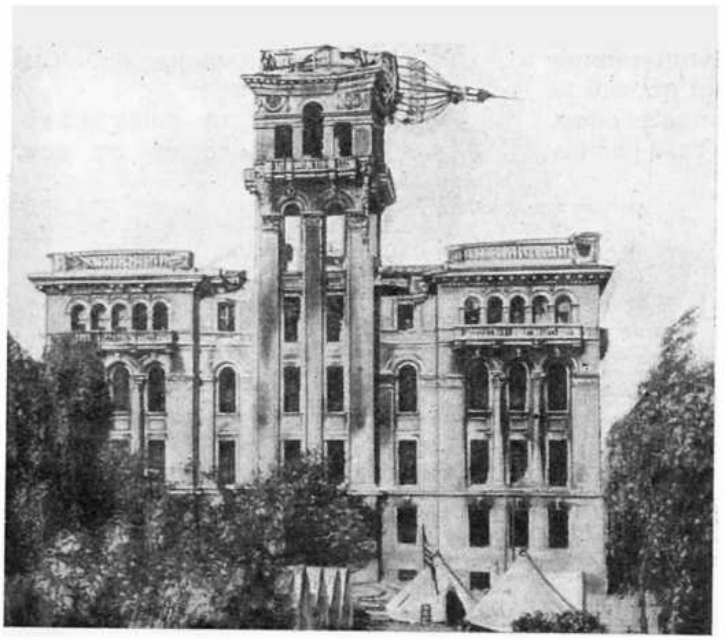
nant et qui, sous le nom d'Alpes, forme la frontière séparative de la France et de la Suisse, par rapport à l'Italie, on reconnaît que leurs roches constituantes sont très inégalement anciennes et que le soulèvement de la première a précédé celui de l'autre d'une durée si prodigieuse qu'elle est inexprimable. Il est visible, en outre, que chacune de ces chaînes n'est qu'une portion d'une espèce de ridement de la croûte terrestre. A la chaîne scandinave se relient les Monts Grampians, qui sont sensiblement du même âge comme de la même orientation générale.



CE QU'UN SÉISME FAIT D'UNE LIGNE DE TRAMWAYS

Ces rails d'une rue de San-Francisco tordus comme des fétus de paille, parmi les pavés disjoints, manifestent d'une manière saisissante la violence des vibrations du sol.

A la chaîne des Alpes se rattachent, malgré des inflexions plus ou moins accentuées : à l'ouest les Pyrénées; à l'est les Karpathes, le Caucase et l'Himalaya : tous ces reliefs datent de la même période géologique et se tiennent comme les segments d'une même ride terrestre.



LES EFFETS D'UN TREMBLEMENT DE TERRE ET D'UN INCENDIE

Après le séisme, San-Francisco fut la proie d'un terrible incendie. La coupole du Palais de Justice, qui avait résisté à l'ébranlement, céda aux flammes qui en abattirent la carcasse d'acier.

Remarquons que les deux ensembles dont il s'agit s'allongent dans un même sens, presque perpendiculaire au méridien, de façon qu'il existe entre l'un et l'autre un parallélisme qui, pour être très peu géométrique, n'en est pas moins réel. Cette circonstance montre que les réactions souterraines qui ont amené, à deux époques d'ailleurs très

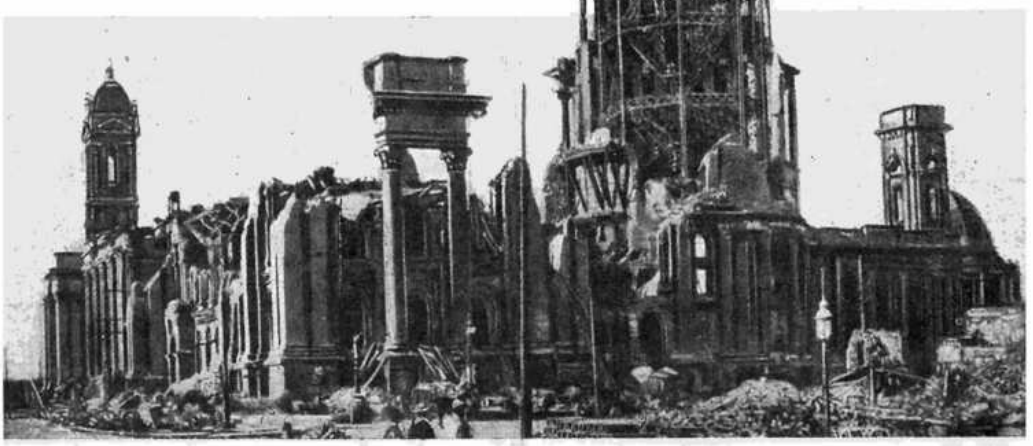
distantes, la production de ces chaînes, étaient dirigées dans un même sens, peu différent de celui des méridiens.

En poursuivant nos études, nous voyons bientôt cette conclusion se confirmer. Au nord du ridement de la Scandinavie (dit *calédonien*, du vieux nom de l'Ecosse) on en reconnaît un autre, encore plus ancien, et qui est situé bien plus au nord, de façon à intéresser les entours de l'Islande : c'est le ridement *archéen*. D'un autre côté, entre le ridement calédonien et le ridement alpin, il en est un autre, intermédiaire pour l'âge comme pour la situation géographique, qui a mérité de s'appeler *armoricain*, en constituant l'axe même de la presqu'île de Bretagne; on le qualifie quelquefois d'*hercynien*, parce qu'il comprend les montagnes du Harz (ancienne Hercynie), comme il comprend aussi les Vosges, les Sudètes et même l'Oural, lequel cependant s'écarte à l'est du parallélisme général, en s'infléchissant du sud vers le nord, le long du méridien qui sépare l'Europe de l'Asie. Enfin, plus au sud que les Alpes elles-mêmes, se montre un dernier ridement appelé *apennin*, parce qu'il contient, comme un détail, la ligne de relief qui fait le rachis de l'Italie. Il se prolonge à l'ouest par l'Atlas marocain, et à l'est par les îles de l'Archipel qui sont des sommets de montagnes submergées, les crêtes de l'Asie Mineure, les reliefs du littoral de l'Océan indien, les îles de la Sonde, le Japon, les Kouriles et la côte du Kamtchatka.

Pour ce dernier ridement, signalons sa récence géologique, qui le met actuellement en plein travail de surrection. Et tout le monde sera frappé d'y voir la véritable zone d'élection des tremblements de terre les plus violents en Europe et en Asie.

Avant de tirer de ces observations fécondes toutes les conséquences qu'elles comportent, ajoutons que l'histoire orogénique du vieux monde trouve son pendant et son symétrique exacts dans l'ensemble des Amériques. Sauf l'orientation générale des ridements, qui, au lieu d'aller du Sud-Ouest au Nord-Est vont au contraire du Sud-Est au Nord-Ouest, c'est-à-dire à peu près à angle droit, on y trouve toutes les circonstances que nous venons de résumer.

A partir du ridement archéen,



LES RESTES D'UN HÔTEL DE VILLE QUI AVAIT COUTÉ 35 MILLIONS

L'hôtel de ville de San-Francisco, bien que de construction récente et particulièrement soignée, n'était plus qu'une ruine après le désastre de 1906. L'ossature métallique de la tour centrale fit preuve d'une solidité remarquable en soutenant jusqu'au bout la lourde coupole.

LES QUAIS DU PORT DE MESSINE APRÈS LE RAZ DE MARÉE

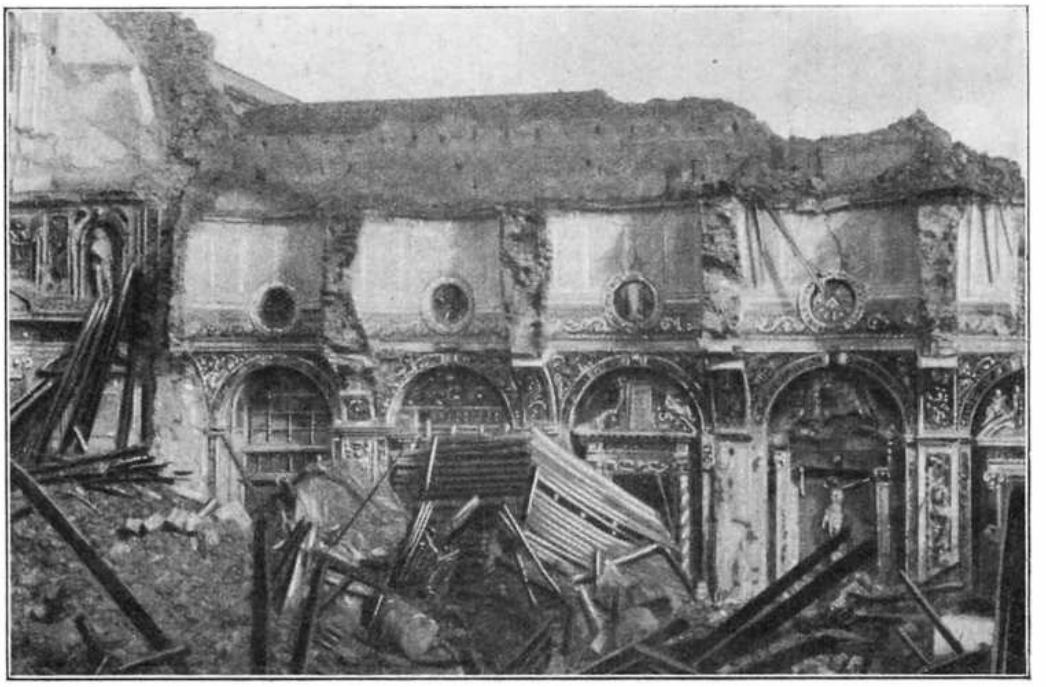
Lorsque les continents tremblent, le fond de la mer s'agite, et les ondes débordent. Après le désastre de Messine, les travaux d'art du port retinrent longtemps des traces d'inondation.

CET ARBRE D'UNE RUE DE MESSINE RESTA VIVACE AU MILIEU DES DÉCOMBRES

Les convulsions de notre globe n'ont de conséquences néfastes que pour nos édifices fragiles et peu élastiques. Les végétaux n en souffrent que s'ils sont atteints par les débris des maisons

UNE PLACE DE MESSINE APRÈS LE TREMBLEMENT DE TERRE DE 1908

Suivant leur forme et la solidité de leurs matériaux, les édifices résistèrent plus ou moins bien aux secousses. Ainsi, au milieu des maisons éventrées, la fontaine Montorsoli demeura intacte.



CE QUI RESTAIT DE L'ÉGLISE SAINT-NICOLAS APRÈS LE CATACLYSME DE MESSINE

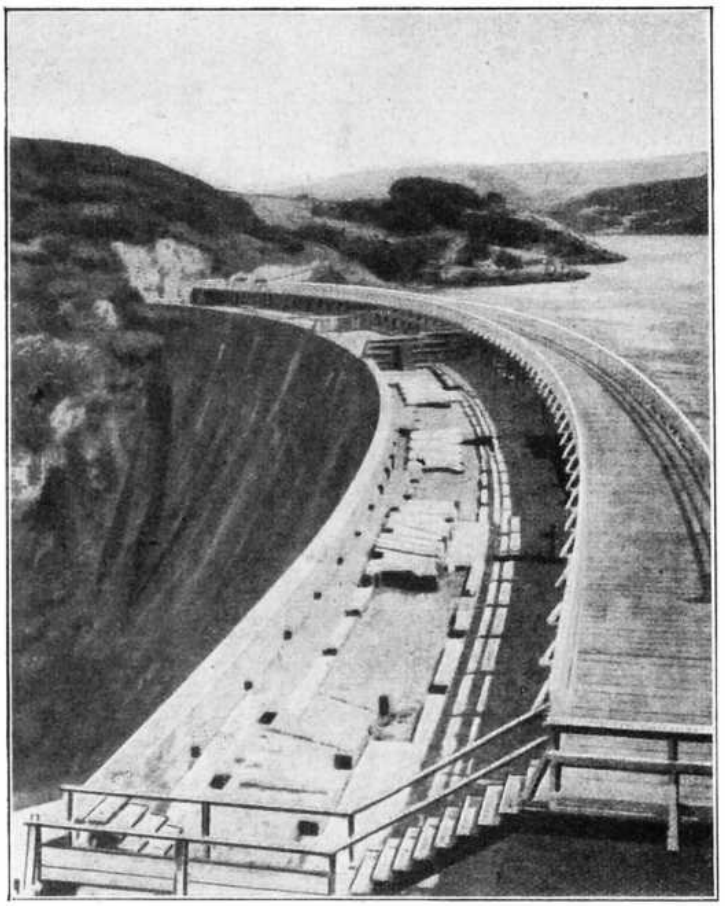
Les grandes voûtes auxquelles on ne peut assurer qu'une résistance relative cèdent toujours les premières à l'ébranlement. Ici, seuls quelques pans de mur avaient subsisté, avec leurs ornements.

terme commun des deux séries, les Montagnes Vertes font, non loin de New-York, la figure du ridement calédonien dont elles ont l'âge. Les Appalaches sont synchroniques du ridement armoricain; les Montagnes Rocheuses ont l'âge des Alpes; enfin, la grande chaîne de la Cordillère, qui se continue sur le littoral Pacifique de l'Amérique du Nord jusqu'à la presqu'île d'Alaska, va, par les îles Aléoutiennes se rattacher à la pointe du Kamtchatka et, ainsi, au ridement apennin dont elle a l'âge et l'activité souterraine actuelle.

Cette rapide description conduit à admettre que, si le phénomène des tremblements de terre s'est continué imperturbablement au travers de l'immense durée des temps géologiques, il a, en même temps, déplacé progressivement le siège de sa plus grande énergie d'une manière continue et régulière. Parti d'un point septentrional, qui mérite la qualification de *pôle orogénique*, et qui est le premier foyer générateur des montagnes, il s'est éloigné peu à peu vers le Sud-Est en Europe, vers le Sud-Ouest en Amérique, selon deux axes perpendiculaires entre eux et à la longueur des deux paquets continentaux.

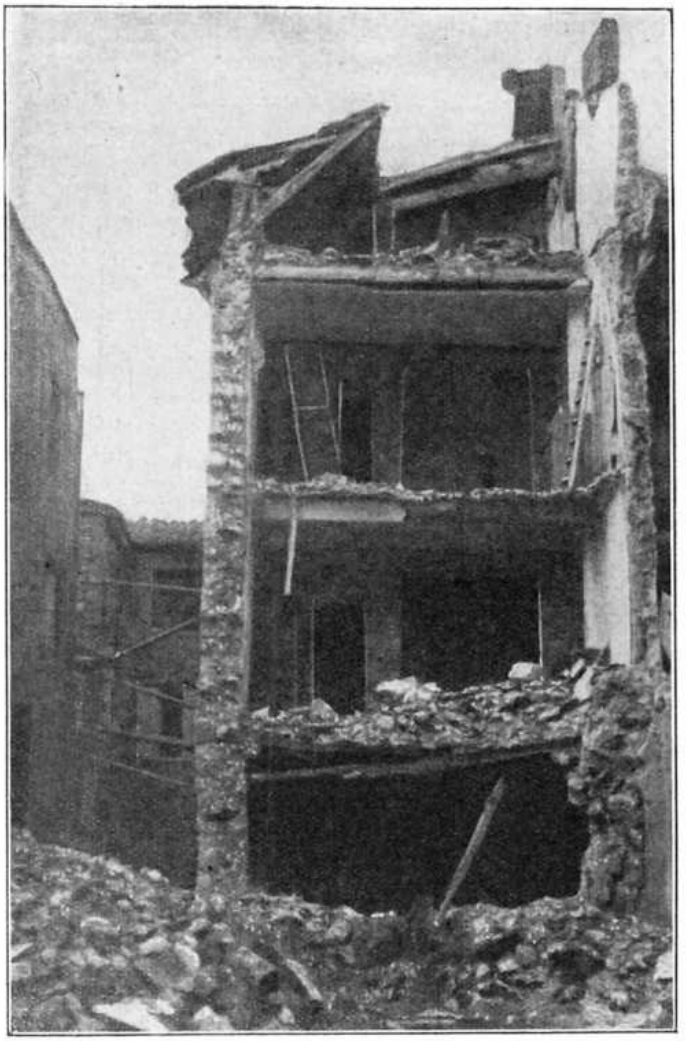
Actuellement, cette région d'énergie souterraine passe par la Méditerranée, la mer des Indes et le littoral oriental de l'Asie, pour longer ensuite tout le rivage Pacifique des Amériques jusqu'au cap Horn. C'est donc sur la zone ainsi délimitée qu'on est habitué à voir éclater toutes les catastrophes les plus graves. On remarquera que cette bande comprend aussi les pays à volcans et cela vient de ce que les volcans constituent un appendice fréquent, quoique non indispensable, des tremblements de terre. Ceux-ci nous fournissent un sujet d'étude assez vaste pour que nous ne nous en laissions pas détourner et que nous réservions les volcans pour un autre article.

La zone frémissante est aussi celle où l'étude des séismes s'est imposée à l'attention des naturalistes et on peut



LES SECOUSSES ÉPARGNÈRENT CETTE DIGUE EN BÉTON

D'après les constatations faites à San-Francisco, on a pu conclure que les grandes masses de béton d'une seule pièce ne subissent aucun dégât sérieux du fait des tremblements de terre, à moins qu'elles ne soient situées exactement sur la direction d'un glissement. Le barrage du lac de Crystal Springs, dont nous donnons une vue a fourni un exemple de cette remarquable endurance.



UNE MAISON COMPLÈTEMENT ÉVENTRÉE
PAR UN TREMBLEMENT DE TERRE

Ce phénomène curieux, observé en Provence, n'est pas exceptionnel dans les annales séismologiques. Des quatre murs latéraux de cette maison, un seul fut ébranlé à la base et s'affaissa.

dire qu'elle est jalonnée d'observatoires spéciaux où le gigantesque organisme planétaire est soumis à une auscultation continue dont l'utilité est dès maintenant consacrée par les amples moissons de résultats qu'elle a fournis.

Comme dans tous les cas du même genre, on a inventé un outillage spécial; l'appareil qui le caractérise a reçu le nom de *séismographe* (1) c'est-à-dire d'enregistreur des tremblements de terre.

Dans le moment tragique où la catastrophe se déclare, nul observateur ne sera jamais capable de dominer ses nerfs au point de noter l'heure, la durée, le nombre, la direction et l'intensité des chocs. Il était donc indispensable de se prémunir contre l'allure subite des secousses du sol et même contre le cas où l'observateur serait victime de son courage, et de faire en sorte de recueillir des observations qui ne soient pas complètement fausses ou, pour le moins, singulièrement incomplètes. Aussi, fut-ce un progrès incomparable que de construire un appareil qui pût, comme le 28 décembre 1908, quand Messine fut presque entièrement anéantie avec tous ses habitants, nous laisser le récit le plus précis et le plus incontestable du phénomène.

D'après ce témoin impassible, dont les affirmations sont à l'abri de toute discussion, il y eut d'abord, à 5 heures 21 minutes et 15 secondes du matin, un tremblement léger qui alla *crescendo* pendant dix secondes, puis diminua également pendant dix secondes. Il régna alors dix minutes de calme et peut-être beaucoup de ceux qui s'étaient réveillés crurent-ils avoir rêvé.

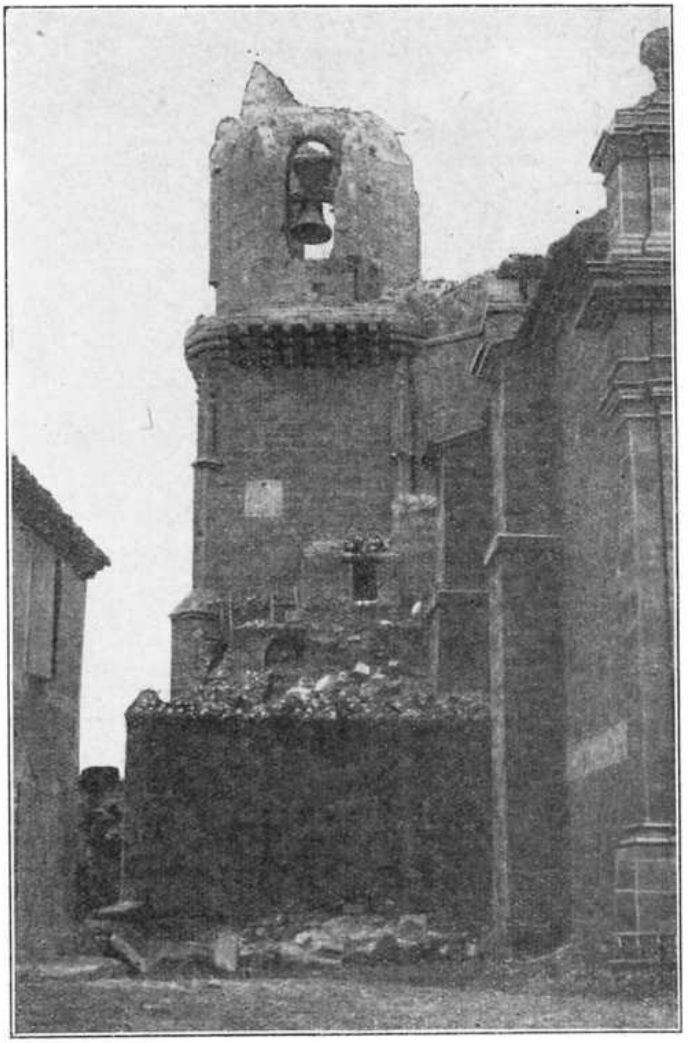
Mais, à 5 h. 45, puis à 5 h. 53, la terre fut reprise de frémissements et des murs qui ne tenaient plus s'abîmèrent.

Le principe des séismographes est d'ailleurs très simple; aussi simple que leur construction est compliquée, à

(1) De σεισμός tremblement de terre.

cause de la multiplicité des cas à prévoir, et à cause aussi de la délicatesse qu'il y faut associer à une grande solidité. Aussi nous bornerons-nous ici au principe en réservant les détails techniques pour nos légendes.

Etablissons sur une table épaisse un pendule ordinaire, c'est-à-dire une potence à laquelle, par un fil solide, mais aussi fin que possible, sera suspendue une masse très lourde. Au-dessous de cette masse, qui peut être une boule, nous fixerons une pointe métallique ou un crayon. Après avoir répandu sur la table une mince couche de sable très fin, et après avoir réglé la longueur du fil de manière que la pointe soit légèrement entrée dans le sable, nous imprimerons à la table une subite secousse, par un coup violent et instantané appliqué horizontalement sur un de ses bords. Nous verrons un sillon de quelque millimètres dessiné sur la table par la pointe et cependant le pendule sera resté absolument immobile, le *tremblement de table* imitant le tremblement de terre ne l'ayant aucunement affecté. C'est là justement le principe dont nous parlions et qui est appelé le *principe d'inertie*. Notre coup de poing a secoué la table et avec elle la potence qui lui est solidement attachée; mais l'onde mécanique n'a pas déplacé la boule suspendue, parce qu'elle n'a pu se propager le long du fil. Cette boule est donc restée inerte et, de même qu'un pendule mis en mouvement aurait dessiné sa trajectoire *sur* la table immobile disposée *au-dessous* de lui, de même la table a tracé la trajectoire de l'un des points de sa surface *sous* la boule immobile disposée *au-dessus* d'elle.



LA FLÈCHE DE CE CLOCHER A ÉTÉ JETÉE A BAS PAR LES SECOUSSES DU SOL

Les édifices élevés sont en général très éprouvés par les séismes. Témoin le clocher de Lambesc, en Provence, dont la flèche s'écroula lors du tremblement de terre de juin 1909.

On n'a qu'à supposer la pointe, non plus au contact d'une table, mais en rapport avec une feuille de papier, pour concevoir la production d'un vrai dessin dit *séismogramme*, dont les détails reproduiront les incidents de la secousse. Et si la feuille de papier est

UN CLOCHER EN TRAVERS D'UNE VOIE FERRÉE

Lors du tremblement de terre de Costa-Rica (13 avril-4 mai 1910), le faîte d'un clocher, tombé d'un bloc, vint obstruer de sa masse énorme une ligne de chemin de fer.

enroulée autour d'un cylindre de façon à amener successivement des lignes dont chacune, par sa position, corresponde à l'heure de son contact avec la pointe, on pourra, en lisant le graphique, y trouver les renseignements désirés.

On a installé des séismographes de systèmes très variés dans un nombre infini de localités, même en dehors de la zone de grande activité et l'on a reconnu à quel point il est exact de dire que la croûte terrestre n'est jamais immobile. Elle frémit sans cesse et, chaque fois que l'on perfectionne les instruments, les périodes de repos qu'on croyait reconnaître entre les secousses deviennent de plus en plus courtes et de plus en plus rares, n'étant évidemment que des périodes de mouvements moindres.

On s'explique cette continuité en remarquant que la substance terrestre se prête très bien à la propagation, même à de très grandes distances — et dans des pays semblant tranquilles, — d'ondes émanées de régions fortement secouées. C'est ainsi que des observatoires établis auprès de Paris, régions dont l'activité séismique est maintenant considérablement ralentie, signalent parfois, par l'allure insolite de leurs séismographes, le déchaînement des forces souterraines à des distances formidables. Il n'y a pas très longtemps qu'on a été immédiatement prévenu d'un tremblement de terre qui avait lieu dans le centre asiatique, avec lequel les communications sont spécialement difficiles et qui n'a fait savoir la catastrophe dont il avait souffert que très longtemps après. Les phénomènes de San-Francisco, de Charleston, de Messine et bien d'autres, se sont inscrits de la même façon.

Comme on le conçoit, l'étude détaillée des séismogrammes est particulièrement intéressante; mais elle est également difficile : c'est un déchiffrage qui rappelle celui auquel on s'est si souvent livré à l'égard de dialectes inconnus. Il demanderait quelque

Champollion pour être compris, mais on en est encore réduit, pour une part au moins, à des suppositions dont il est intéressant de dire qu'elles fourniront peut-être des informations qu'on n'aurait jamais osé espérer, sur des régions souterraines semblant devoir rester à jamais à l'abri de nos indiscrétions.

Une courbe séismographique se compose en général de plusieurs parties successives que l'on qualifie de *frémissement préliminaire*, de *phase principale* et de *phase finale*. Dans les grands tremblements de terre, ces portions sont parfois très visibles et constituent une vraie autographie du phénomène; mais dans les cas d'enregistrement de secousses émanant de points éloignés et même des antipodes, la courbe est d'interprétation plus difficile et on s'est demandé si les phases des microséismes ne proviennent pas surtout d'un triage réalisé entre des vibrations en réalité simultanées, mais qui ont suivi des chemins divers et avec des vitesses inégales, pour parvenir à l'appareil et qui se sont ainsi séparées les unes des autres.

La portion la plus longue, et qui continue à s'inscrire parfois pendant une heure et demie, serait l'œuvre de ce que sir William Rayleigh a appelé les *ondes superficielles;* ces ondes seraient parvenues, en contournant la surface terrestre, dans l'épaisseur de la croûte, avec une vitesse de propagation de trois à trois kilomètres et demi par seconde. Mais le commencement des séismogrammes montre deux autres régions qui seraient dues à des *ondes souterraines* beaucoup plus rapides : d'abord, des vibrations faisant plus de neuf kilomètres à la seconde, et ensuite, des ondes marchant à raison de cinq kilomètres dans le même temps. Peut-être sont-elles les unes et les autres parvenues par le plus court chemin, c'est-à-dire par la traversée directe de la terre, suivant son diamètre dans le cas des antipodes, en suivant une corde dans le cas contraire, et leur séparation en deux groupes si inégalement rapides tiendrait à ce que les unes, rappelant les ondes électriques hertziennes, se propageraient dans le sens même de la vibration, tandis que les autres se propageraient perpendiculairement à celle-ci.

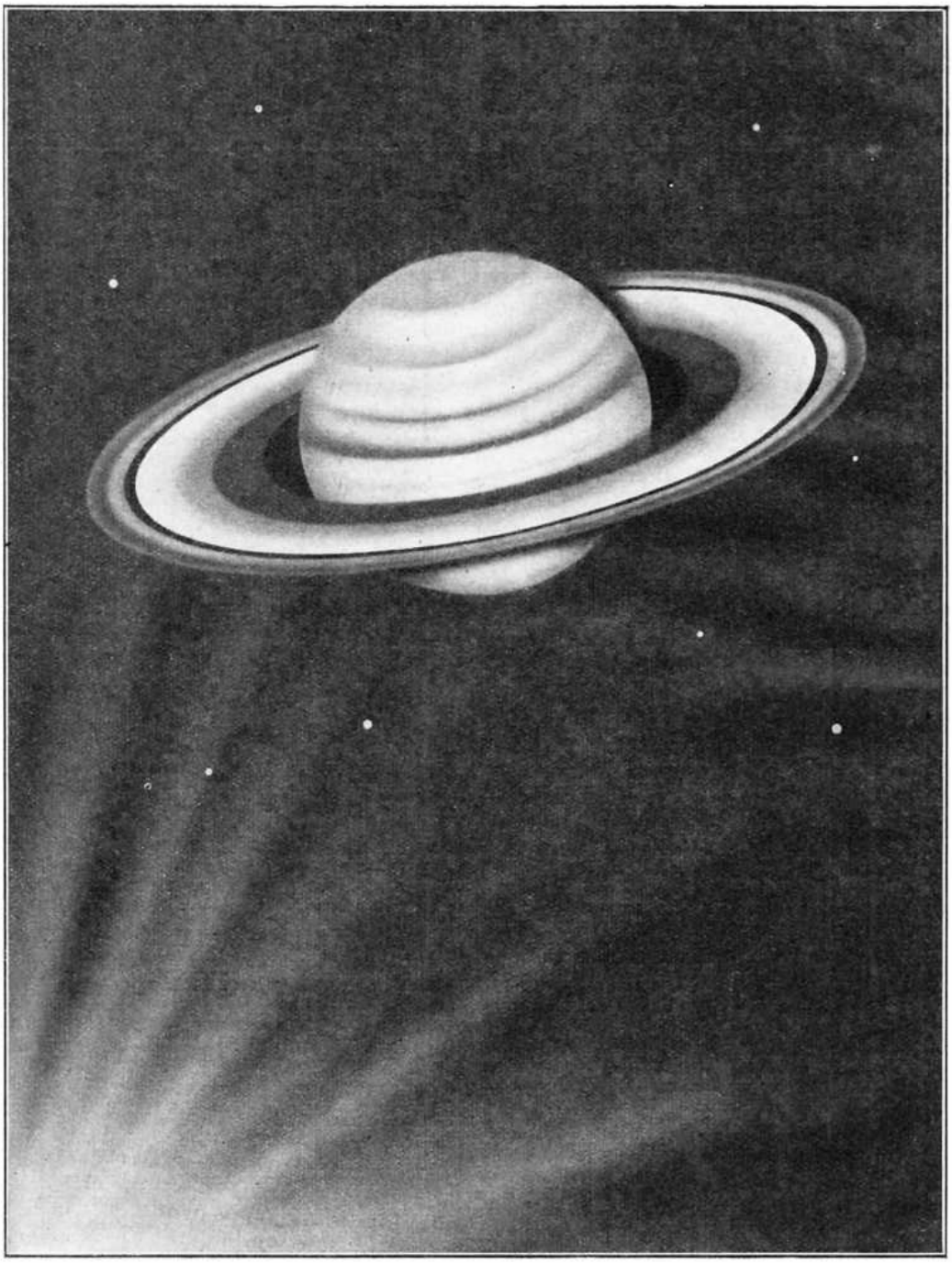
Il est évident que ces attributions ne peuvent être encore qu'hypothétiques; mais si elles sont exactes, elles fournissent quelque idée de la constitution physique des régions les plus internes de la terre. La vitesse des ondes qui nous occupent est telle que, d'après les physiciens, elle supposerait dans le milieu qui leur a livré passage, une rigidité plus grande que celle de l'acier. Il ne faut d'ailleurs pas oublier que les études sur la distribution souterraine de la chaleur assignent aux régions profondes de notre planète une température incompatible, par son intensité, avec la persistance de l'état solide et que ce serait, non pas à l'état solide ordinaire, mais à la compression infligée par la pesanteur au milieu nucléaire qu'il faudrait attribuer son extraordinaire cohésion.

Ce n'est certes pas un résultat banal que cette aptitude des tremblements de terre à nous éclairer sur la constitution, en apparence inaccessible, du noyau de notre planète.

Quoi qu'il en soit, la conclusion à tirer des faits précédemment résumés, c'est que le tremblement de terre est un détail *indispensable* de la constitution du globe; que, sans lui, une foule de particularités de la planète, et des plus essentielles, seraient profondément modifiées et, dernière remarque peut-être imprévue, que la mer s'étendant partout, si les montagnes (produits des séismes) n'existaient pas, l'humanité n'aurait pas pu s'établir dans ce monde et, en conséquence, ne s'y donnerait pas à elle-même le spectacle, qui n'est pas sans charme, de ses propres et inconcevables travaux.

Stanislas MEUNIER.

L'ANNEAU DE SATURNE EST EN CE MOMENT LARGEMENT OUVERT



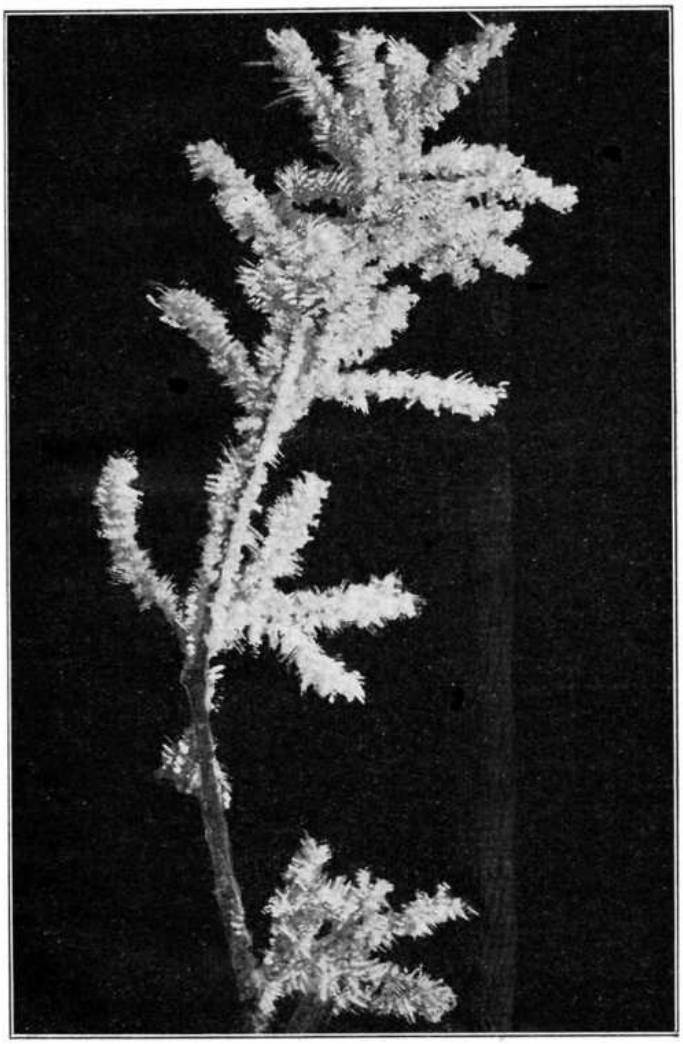
En réalité, cette planète est entourée de quatre anneaux concentriques translucides, situés dans le même plan, ainsi qu'on peut le voir sur la gravure ci-dessus où Saturne apparaît, dans sa splendeur incomparable, entourée de ses huit satellites. Ce pur joyau de la voûte céleste est, après Jupiter, l'astre le plus considérable; son volume équivaut à 720 fois environ celui de la terre. Sa masse ne pèse, cependant, que 92 fois plus que celle de notre globe ; sa densité étant plus faible que celle de l'eau, on a pu dire avec raison que « Saturne flotterait comme du bois sur l'eau »

UNE FLEUR MINÉRALE

Par Camille **FLAMMARION**

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE JUVISY

ΑΕΙ Ο ΘΕΟΣ ΓΕΩΜΕΤΡΕΙ : Dieu fait toujours de la géométrie. Cet aphorisme de Pythagore se réveille dans notre pensée lorsque nous contemplons la belle et curieuse fleur de givre créée par la gelée l'un de ces derniers matins, et saisie par la photographie avant l'heure où les rayons d'un pâle soleil perçant la brume atmosphérique en devait dissoudre les éléments.

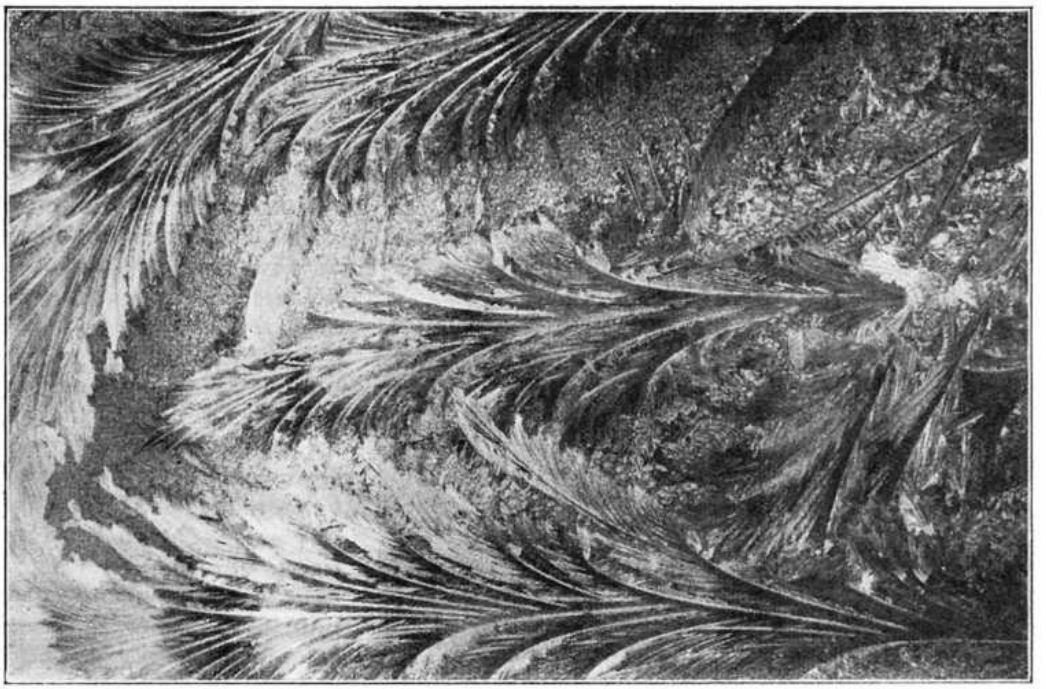


UNE BRANCHE QUE LE FROID A FLEURIE DE GIVRE

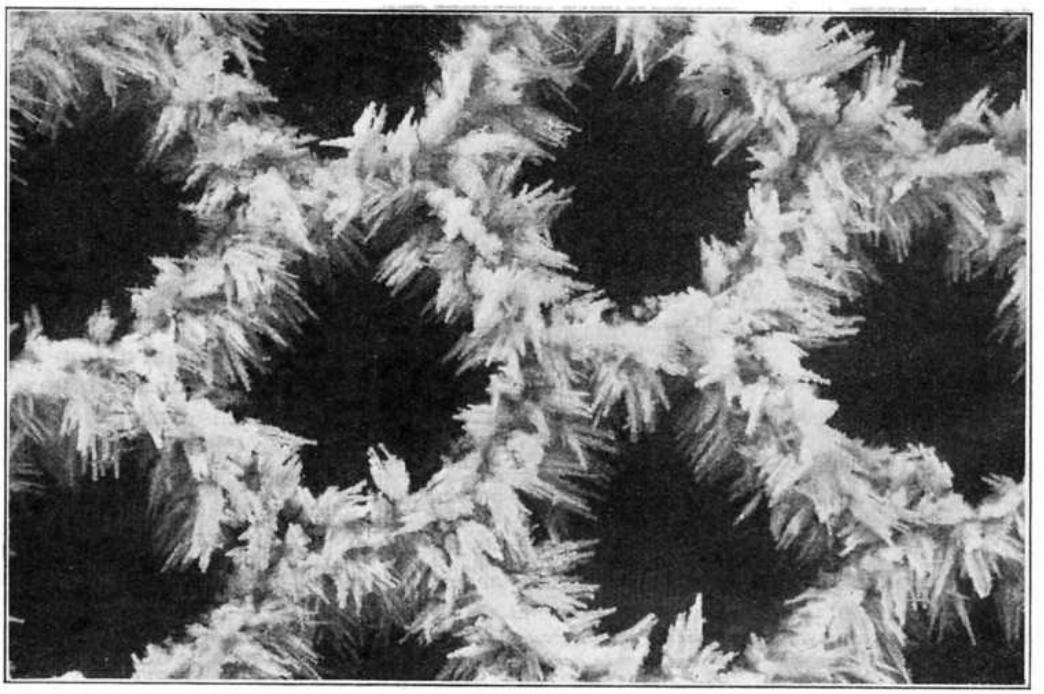
En hiver, par les temps brumeux, les branches des arbres, les fils télégraphiques, les aspérités du sol, etc., se recouvrent d'une sorte de givre qui provient de la cristallisation, au contact des corps solides, des molécules d'eau dont sont constitués les nuages et les brouillards. Sur cette branche, photographiée à l'Observatoire de Juvisy, ces molécules d'eau, en se congelant, se sont juxtaposées avec une symétrie si absolue, qu'elles ont formé une véritable grappe d'étoiles.

Les coupoles astronomiques sont fermées en ces temps de neige et de nuages : les splendeurs sidérales du ciel d'hiver, les magnificences d'Orion, l'anneau de Saturne, actuellement si largement ouvert, les continents martiens, que la planète voisine, à sa plus grande proximité de la terre, nous invite à observer, les paysages lunaires, sur lesquels plus d'une variation vitale manifeste encore, malgré la légende de l'astre mort, toutes les beautés du ciel se refusent à notre curiosité ; mais la nature terrestre nous offre plus d'une compensation.

En descendant le parc de l'observatoire de Juvisy, le retour des hivers, qui semblaient disparus depuis plusieurs années, réjouissait le regard par la virginale irradiation de la neige fraîchement tombée, un silence solennel enveloppait les arbres dégarnis de leurs feuilles et désertés par les oiseaux des jours d'été aux nids enchanteurs, et dans ce repos profond de la nature endormie, au solstice d'hiver, l'œil admirait encore l'œuvre de l'éternelle géométrie, jetant sur la plaque du microscope les cristaux étoilés des paillettes de neige et revê-



LES PALMES MERVEILLEUSES QUE L'HIVER BRODE SUR NOS VITRES
Contre les carreaux refroidis, la vapeur d'eau de nos appartements se congèle, en d'innombrables cristaux que des lois mystérieuses assemblent en arborescences pleines de symétrie.



LE GIVRE A TRANSFORMÉ CE GRILLAGE EN UNE DENTELLE DE FÉERIE
En se groupant sur le squelette formé par les fils de fer, les aiguilles de givre ont obéi aux mêmes lois géométriques et éternelles que celles qui président à l'harmonie des mondes.

tant toutes les branches, toutes les futaies, tous les arbustes, toutes les hautes herbes d'une blancheur éclatante dominant comme un décor de rêve le tapis neigeux, éblouissant, du sol, et déroulant devant nos yeux un paysage entièrement métamorphosé.

Nous avons coupé une branche d'arbuste pour l'offrir à nos lecteurs.

Obéissant à la loi d'harmonie qui régit les atomes comme les mondes, les molécules d'eau glacée sont venues se juxtaposer régulièrement, suivant des angles de 60 degrés et constituer une véritable grappe d'étoiles.

Une gouttelette d'eau est composée de plusieurs millions de molécules. Chaque molécule a pour diamètre un millionième de millimètre et représente, par rapport à un millimètre, ce que le millimètre représente par rapport au kilomètre. Dans ce millionième de millimètre, il y a un nombre prodigieux d'atomes. Et chacun de ces atomes est un système de globes se mouvant à de grandes distances relatives.

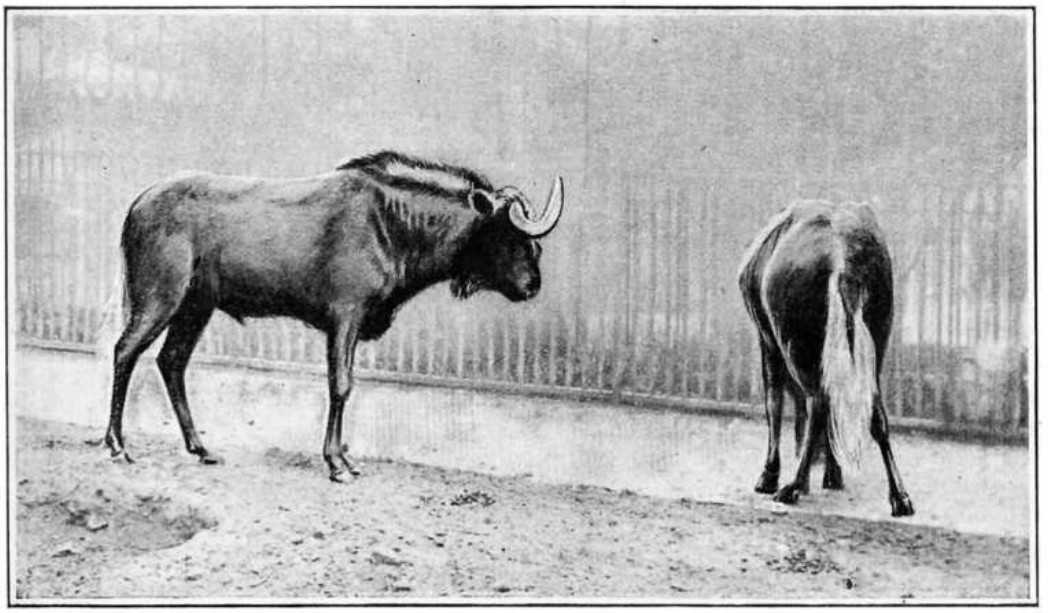
Ces étoiles de neige, qu'un rayon de soleil va dissoudre, sont aussi merveilleuses que les étoiles de la voie lactée dont chacune est incomparablement plus volumineuse que la Terre, et qui, elles aussi, se dissoudront sous le souffle du temps.

L'infiniment petit égale l'infiniment grand. L'harmonie emplit l'univers infini, mais l'homunculus terrestre est trop occupé de ses minuscules affaires pour l'entendre.

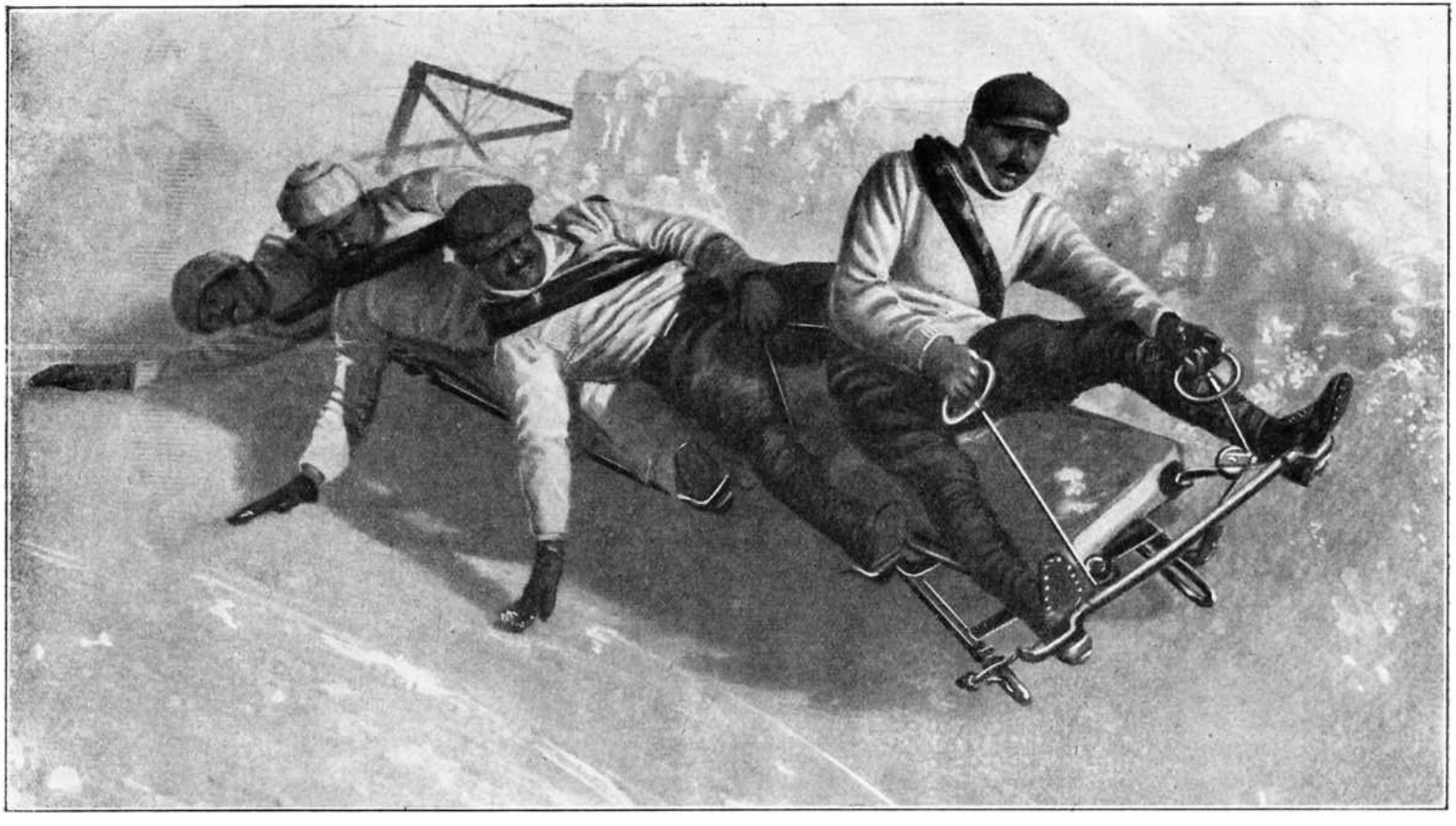
Camille FLAMMARION.

UN ANIMAL ÉTRANGE ET FAROUCHE, LE GNOU AFRICAIN

Le *gnou* est un mélange singulier de cheval, de taureau et d'antilope qui étonne par la singularité de ses formes. Il n'a rien de la grâce de la plupart des antilopes. Une queue de cheval, une crinière courte et raide comme celle du zèbre, des cornes recourbées de taureau, une barbe, une moustache, des sourcils blancs, la queue parfois également blanche, tranchant sur la couleur générale gris-brun foncé, des touffes de poils toutes spéciales sur le front et la poitrine, tels sont les caractères de ces étranges animaux très farouches qui vivent en troupe, à l'état sauvage, en Afrique, de l'équateur au Cap. De récentes tentatives ont été faites pour l'acclimater dans les forêts de France. Le Jardin des Plantes en possède de beaux spécimens qui supportent bien les grands froids.



LES APPAREILS QU'ON UTILISE AUJOURD'HUI POUR LES SPORTS D'HIVER



Sous l'effort combiné des équipiers et du pilote, le bobsleigh double victorieusement le virage sans ralentir son allure. Les grandes vitesses ne pourraient être conservées dans les courbes si celles-ci n'étaient pas bordées d'un haut talus de neige fortement incliné.

LES APPAREILS QU'ON UTILISE AUJOURD'HUI POUR LES SPORTS D'HIVER

Par G. LORTHIOIS

On entend par sports d'hiver un certain nombre de modes sportifs de locomotion individuelle ou collective en plein air, qui se pratiquent pendant la saison où les basses températures maintiennent la neige solide et abondante, surtout dans les régions montagneuses.

Nous ne comprendrons pas dans ces sports l'alpinisme proprement dit qui n'est ni un jeu, ni un mode de locomotion, et qui constitue, à lui seul, un sport auquel il conviendrait de réserver une étude particulière.

Le domaine des sports d'hiver, c'est la montagne, ses surfaces glacées, ses immenses espaces recouverts de neige, les longues pentes à gravir ou à descendre, les routes blanches, tout le merveilleux décor des forêts givrées, des vallons ouatés, des cascades à demi pétrifiées et des cimes éblouissantes. C'est un domaine magnifique entre tous que celui-là...

L'air pur, le grand air vivifiant y emplit largement les poumons ; le froid sec et vif excite les activités musculaires; le soleil clair prédispose à une saine joie physique. Là-haut, les muscles affaissés retrouvent des vigueurs nouvelles et le sang coule dans les veines, plus riche et plus généreux.

Enfin par les sports que la neige y permet, les hautes altitudes constituent en même temps que des réservoirs de santé, des écoles de hardiesse, d'énergie et d'endurance.

LES INSTRUMENTS DES SPORTS D'HIVER

Désignant, suivant l'habitude admise, chacun de ces sports par le nom de l'instrument utilisé par ses adeptes on peut dire que les véritables sports d'hiver sont : le *ski*, la *luge*, le *skeleton*, le *bobsleigh*, *l'ice-boat*, le *patin* et le *traîneau*.

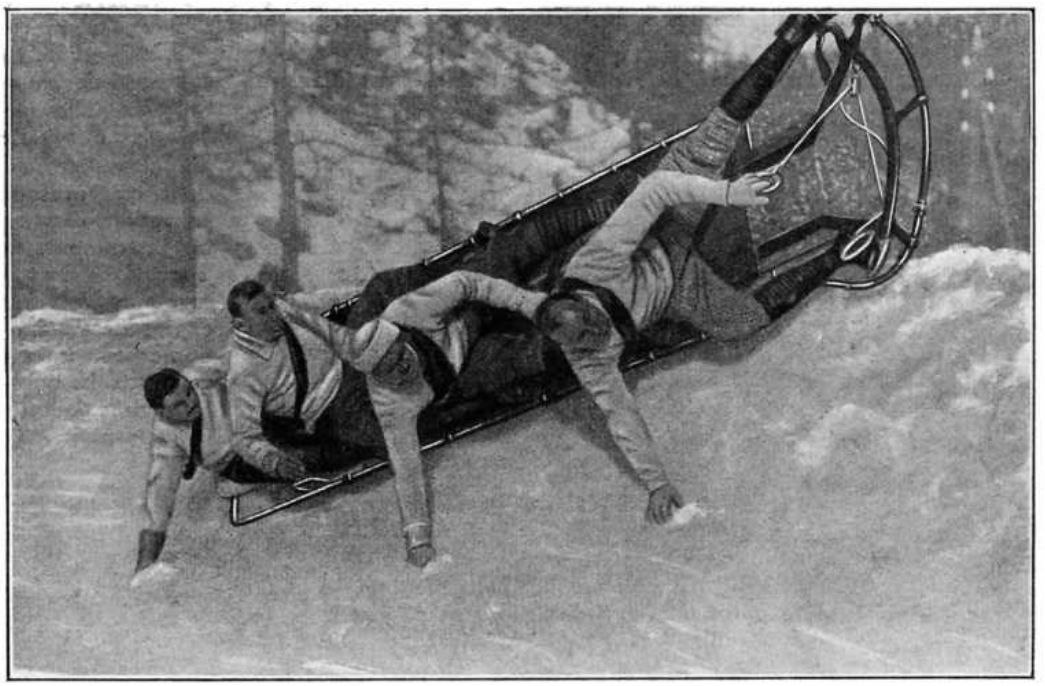
Le ski, le patin, la luge sont des instruments de sports individuels; le bobsleigh, l'ice-boat et le traîneau sont des véhicules servant à des sports collectifs pratiqués en équipe. Le traîneau est, d'ailleurs, un moyen de transport indispensable en montagne comme en plaine, dans les pays où la neige tombe en abondance; ce n'est donc que presque exceptionnellement un instrument de sport. Le ski et la luge sont à la fois engins de locomotion et instruments de sports. Le bobsleigh, le skeleton et le patin sont

L'UN DES CONCURRENTS D'UNE RÉCENTE ÉPREUVE DE TRAINEAUX AUTOMOBILES

Ce traîneau, dont la participation à un concours russe fut couronnée de succès, est propulsé par une hélice à deux pales qui lui imprime une vitesse de 50 à 60 kilomètres à l'heure avec six passagers. La direction est obtenue par l'orientation des patins avant.

LES PISTES DE BOBSLEIGHS ONT DES VIRAGES RELEVÉS

Le bobsleigh aborde le virage en pleine vitesse; c'est une manœuvre délicate qui exige une grande adresse de la part des équipiers pour empêcher l'appareil de déraper.



N'AYANT PAS MANŒUVRÉ A TEMPS, L'ÉQUIPE NE PEUT PLUS VIRER

Le bobsleigh, une fois lancé, peut faire 80 kilomètres à l'heure. On s'imagine aisément combien, à de telles vitesses, il faut d'habileté pour se maintenir en piste dans les virages.

LA CONDUITE D'UN BOBSLEIGH EST AUSSI DIFFICILE QUE CELLE D'UNE AUTOMOBILE DE COURSE
Le bob passe dans un nuage de poussière de neige. On voit confusément les passagers se cramponner aux appuis et le pilote, l'œil fixé sur la piste, raidir les bras sur les tringles de direction.

utilisés dans un but principalement sportif.

Le traîneau suit le tracé des routes; le patin ne peut servir que sur une surface de glace unie, la luge n'est employée que dans les descentes de même que le bobsleigh qui exige des pistes spécialement préparées en vue des grandes vitesses. Le ski sert en montée comme en descente, passe à peu près partout et permet de parcourir de très longues distances. C'est l'instrument-type des sports d'hiver, le plus utilitaire en même temps que le plus sportif.

LE SKI

Trouver un moyen de répartir le poids du corps humain sur des surfaces portantes qui, en s'opposant à l'enfoncement, permettent le glissement, c'était résoudre le problème de la locomotion humaine sur les grandes épaisseurs de neige. La raquette et le ski donnent la solution de ce problème.

Le ski, sorte de long patin plat, en bois, relevé à l'avant, bombé au milieu afin que le poids du skieur l'aplanisse exactement, se fixe au pied par un étrier et par des courroies.

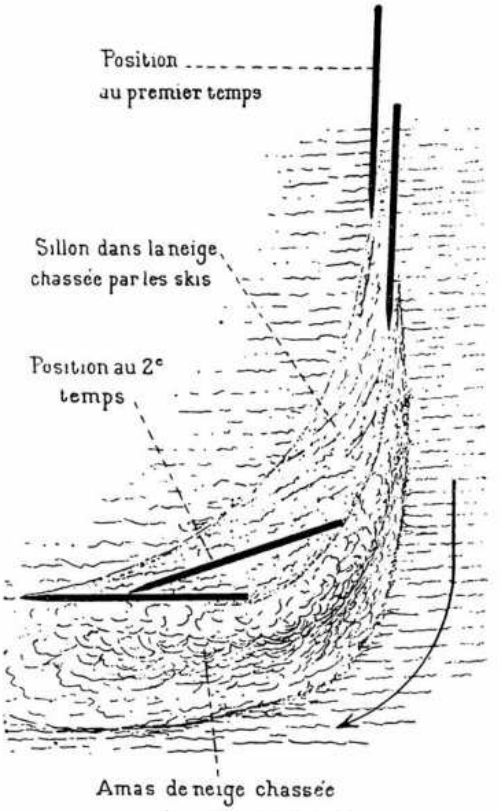
Proportionnelle au poids et à la taille du skieur, la longueur totale d'un ski varie de 1 m 80 à 2 m 35.

D'après les principaux manuels sportifs voici le rapport qui doit être observé entre la taille du skieur et la longueur du ski.

Skieur.	Longueur des skis.
1 m 60.	1 m 80 à 1 m 90.
1 m 65.	1 m 90 à 2 m.
1 m 70.	2 m à 2 m 10.
1 m 75.	2 m 10 à 2 m 20.
1 m 80 à 1 m 85.	2 m 20 à 2 m 35.

Le ski prêt à être chaussé comprend un certain nombre d'éléments : spatule, pointe et naissance de spatule, étrier, courroies et logements des courroies. Les meilleurs skis sont en bois de frêne de qualité supérieure, pris dans le cœur d'un arbre ayant deux à trois ans de coupe, et complètement sec. A défaut de frêne, on peut se servir d'acacia, de bouleau ou de sapin.

Le ski se fabrique industriellement, en France depuis quelques années, et depuis très longtemps en Suède et en Norvège. On peut le confectionner soi-même, fort bien



L'ARRÊT TÉLÉMARK

Au premier temps, les skis sont parallèles, le pied gauche étant à la hauteur de la spatule droite. Au second temps, dans la position de virage, le ski gauche forme avec le ski droit un angle aigu. Au troisième temps, les deux pieds sont ramenés dans la première position.

et à peu de frais, en y apportant quelque soin et à l'aide d'un outillage assez élémentaire (1).

Pour la marche en ski, on se sert souvent de deux bâtons spéciaux; en terrain plat, ces bâtons sont fort utiles car ils permettent d'augmenter la vitesse. Pour cela, le skieur se pousse des deux bras, soit alternativement, soit simultanément, tout en exécutant les mouvements de la marche

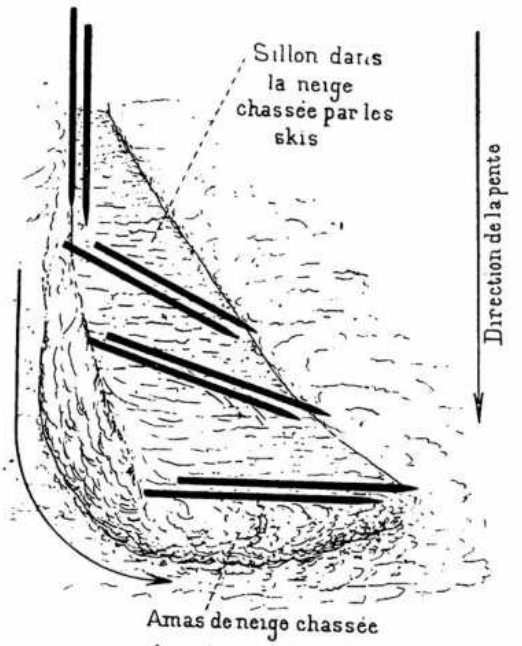
Ces bâtons sont généralement en bambou; ils ont 1 m 10 à 1 m 20 de longueur, chaque canne est munie à sa partie supérieure d'une dragonne de cuir et à sa partie inférieure d'une raquette faite en bois léger et résistant. La raquette est fixée au bambou par des bandes de cuir. Un pic ordinaire termine la pointe de la canne.

Le ski est un sport facilement accessible à tous, même aux femmes et aux enfants.

Son apprentissage commencé en terrain plat, sans bâtons, se continue en terrain déclive. Les skis doivent être toujours parallèles et peu écartés durant la marche normale. Le pied doit glisser, pour un pas très long, sans soulever le ski. En descente, les genoux doivent être légèrement fléchis et le corps porté en avant. Comme le meilleur skieur court le risque de la chute, il faut que le débutant apprenne à tomber : la chute ne doit avoir lieu qu'en arrière ou sur le côté.

On emploie également les bâtons pour ralentir la marche dans les descentes et pour la faciliter dans certaines montées.

Les marches ascendantes se font en *oblique*, en *escalier* ou en *ciseaux*. Monter en oblique, c'est prendre une montée de biais, en réduisant la longueur du pas et en faisant demi-tour autant de fois qu'il est nécessaire. Dans la montée en escalier, les pas se font de côté, les skis étant toujours placés en travers de la pente. Dans la marche en ciseaux, les spatules des skis étant écartées



L'ARRÊT CHRISTIANIA

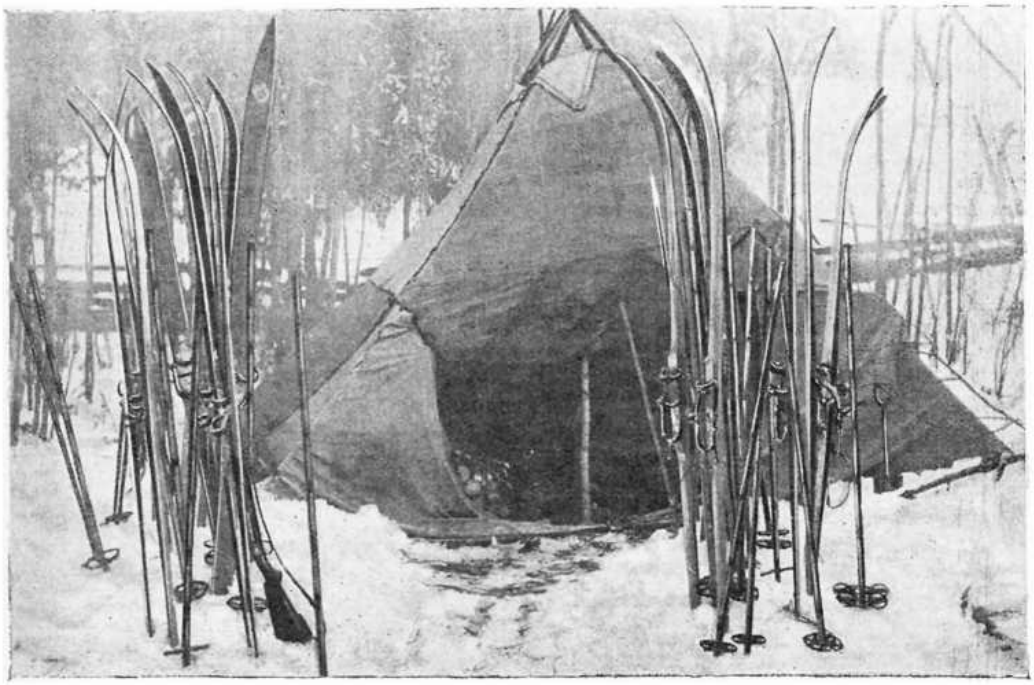
Les skis étant parallèles, celui de gauche avancé sur l'autre d'une longueur de pied, les deux talons chassent à l'extérieur l'arrière des skis et se placent dans une position perpendiculaire à la ligne de pente. Pendant cette manœuvre, les skis doivent rester parallèles.

(1) Nos lecteurs trouveront tous les détails de la fabrication du ski dans une brochure : *Le Ski utilitaire*, éditée par le Touring-Club de France.

Le Club Alpin Français a publié également un intéressant opuscule : *Manuel pratique de Ski*, qui a contribué pour beaucoup au développement de ce sport.

UN GROUPE DE SKIEURS S'ARRÊTANT BRUSQUEMENT DANS UNE DESCENTE

Sur les pentes les plus rapides, il est toujours possible à un skieur de s'arrêter immédiatement en plaçant le pied droit en travers de sa direction. Cette manœuvre assure un freinage puissant.

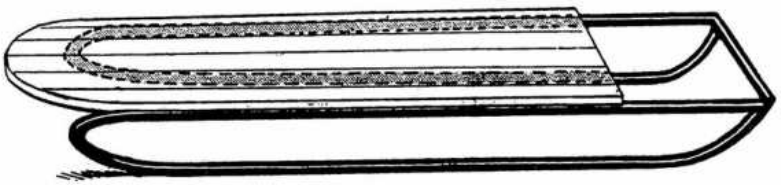


LE SKI N'EXCLUT PAS LA PRATIQUE DU CAMPING SUR LA NEIGE

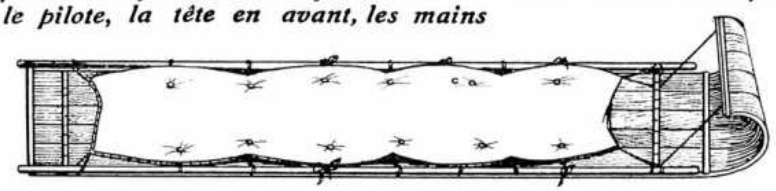
Parfois les skieurs accomplissent de longues randonnées. Au repos, ils montent hâtivement une tente grossière, abandonnant à l'entrée leurs longs patins qu'ils disposent en faisceaux.

LES APPAREILS UTILISÉS POUR LA PRATIQUE DU TOBOGGANING

LE SKELETON



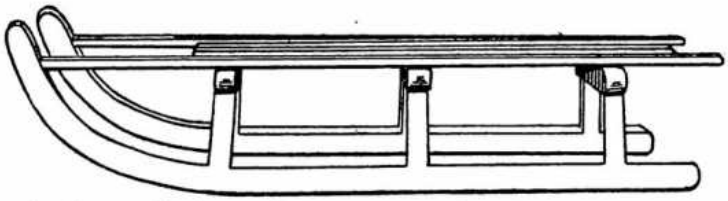
Le skeleton est le plus dangereux de tous les appareils qui servent pour les sports d'hiver. Il permet d'atteindre des vitesses considérables qui dépassent parfois 100 kilomètres à l'heure. Il se compose d'un châssis en acier supportant une planche sur laquelle se couche le pilote, la tête en avant, les mains cramponnées au châssis. Le skeleton est monté par une seule personne qui dirige l'appareil à l'aide de ses pieds auxquels sont attachées de fortes griffes d'acier.



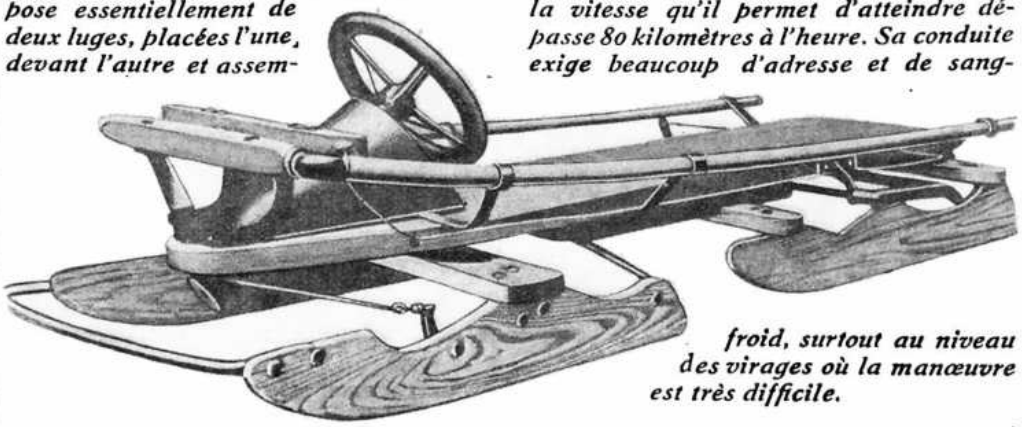
Les exercices de skeleton constituent pour le public le spectacle sportif le plus émotionnant qu'il soit possible d'imaginer.

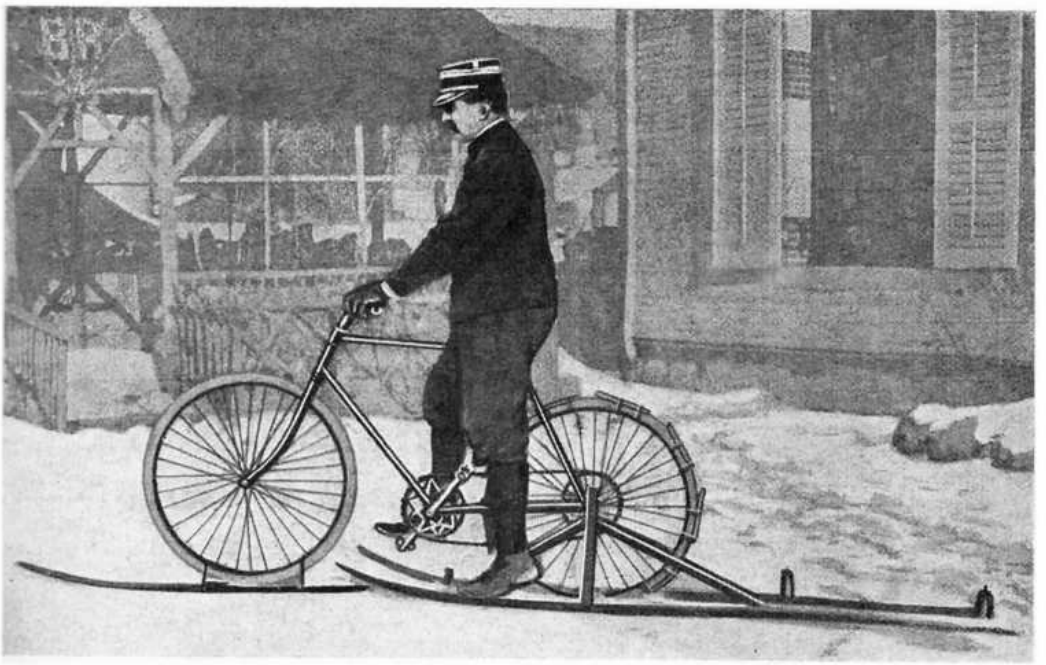
LE TOBOGGAN. — *Le toboggan est d'origine canadienne ; il est composé de plusieurs planches jointes les unes aux autres et recourbées à leur partie antérieure. Le conducteur se couche sur le coussin qui les recouvre et se cramponne aux rampes dont est muni l'appareil.*

LA LUGE. — *La luge peut être pratiquée sans le moindre danger ; c'est un petit traîneau qui se compose de deux patins de bois, renforcés en dessous par des lames d'acier. Des montants consolidés par des arceaux en fer relient les patins et soutiennent des lattes de bois servant de siège ; le lugeur s'assied les pieds en avant, se dirigeant par de légers coups de talon.*



LE BOBSLEIGH. — *Le bobsleigh se compose essentiellement de deux luges, placées l'une devant l'autre et assemblées par un châssis qui en augmente la longueur. La direction de l'appareil est obtenue par l'intermédiaire d'un volant qui commande les patins avant. Le bobsleigh « Olympic » représenté ici est à quatre places qu'occupent le pilote et trois équipiers. Le bobsleigh pèse environ 100 kilos ; sa longueur est de 3 mètres ; la vitesse qu'il permet d'atteindre dépasse 80 kilomètres à l'heure. Sa conduite exige beaucoup d'adresse et de sang-froid, surtout au niveau des virages où la manœuvre est très difficile.*





UNE BICYCLETTE MUNIE DE SKIS PEUT FACILEMENT ÉVOLUER SUR LA NEIGE

Cet appareil imaginé par un capitaine de gendarmerie est constitué par une bicyclette dont l'avant repose sur un patin. L'arrière est supporté par deux skis parallèles au milieu desquels tourne une roue munie de palettes. Cette roue propulse l'ensemble dont le patin avant assure la direction.

et les talons rapprochés, le talon du ski soulevé passe par-dessus le talon du ski immobilisé.

Pour ralentir en descente, le skieur exercé utilise deux sortes de mouvements : le *chasse-neige* et le *demi-chasse-neige*. Dans le premier, les skis forment un V, dont la pointe est formée par les spatules qui ne se touchent pourtant pas. Dans le second, l'un des skis demeure orienté suivant la direction de la marche tandis que l'autre s'en écarte obliquement de la spatule au talon.

Les arrêts peuvent aussi s'obtenir par des virages brusques exécutés en pleine vitesse. La technique du ski en comprend trois modes : l'arrêt Télémark, l'arrêt Christiania et l arrêt de Briançon. Les deux premiers, dont la décomposition des mouvements est expliquée sous les figures de la page 3 0 sont aussi fréquemment employés l'un que l'autre. L arrêt de Briançon est simple : il consiste en une chute volontaire sur le côté. Ce moyen est rapide et efficace, mais bien peu élégant; aussi l'arrêt de Briançon n'est-il guère employé que par les débutants.

Instrument de locomotion autant que de sport, le ski libère de la prison des neiges les populations des régions de haute altitude. Alors qu'en Suède et en Norvège on trouve dans une maison à peu près autant de paires de skis que d'habitants, on n'aurait peut-être pas trouvé en France, il y a dix ans, cent montagnards skieurs. Aujourd'hui, ce n'est déjà plus par centaines, mais par milliers, qu'on les rencontre.

Tous nos bataillons de chasseurs alpins comptent à présent des équipes de skieurs admirablement entraînés et capables d'accomplir les plus longs raids sur les neiges de la haute montagne. Ce sont même les officiers alpins et leurs hommes qui furent les premiers maîtres des montagnards.

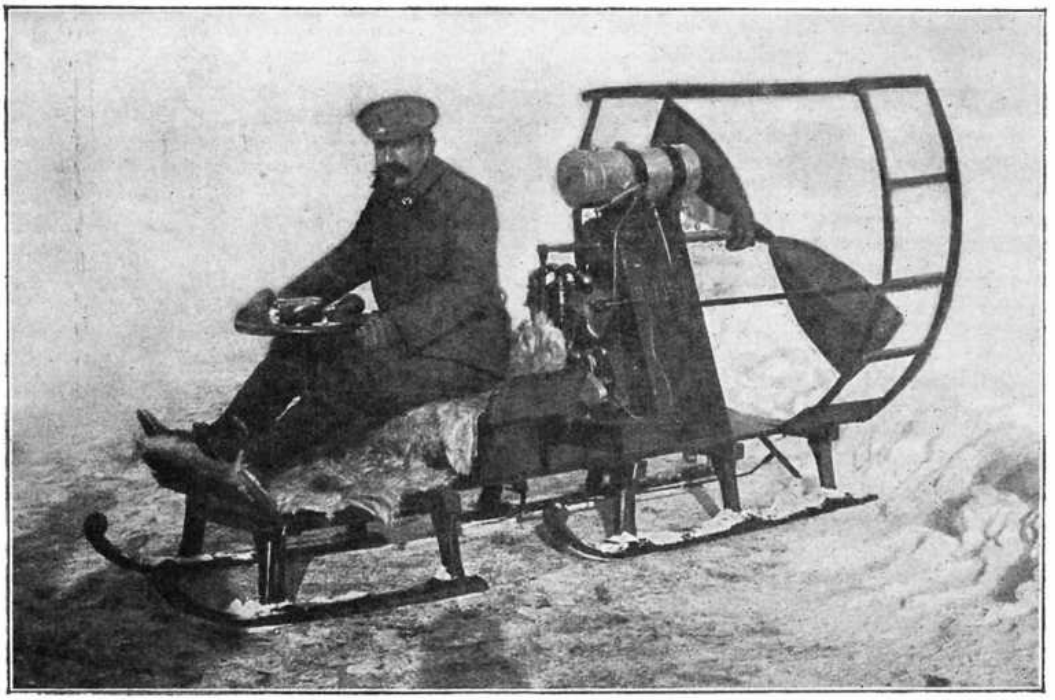
Enfin, dans notre pays, de plus en plus nombreux sont les amateurs qui, s'échappant de la ville, pendant l'hiver, pour quelques jours et même pour des semaines, s'en vont dans la montagne chaussés de leurs skis pour de longues randonnées dans les hautes vallées et vers les cimes couvertes de neige.

LA RAQUETTE A NEIGE

La raquette à neige est parfois préférée au ski, mais elle constitue plutôt un moyen de transport qu'un engin sportif. Cependant, comme le ski, elle a pour principe la répartition du poids du corps sur une sur-

LE TRAINEAU DU LIEUTENANT DE LA BESSE A BÉNÉFICIÉ DES PROGRÈS DE L'AUTOMOBILISME

Le traîneau est une véritable automobile dont les roues ordinaires, trop lisses pour mordre les surfaces unies de neige ou de glace, ont été remplacées par des roues motrices à jantes cannelées.



LE PROPULSEUR AÉRIEN FUT APPLIQUÉ AVEC SUCCÈS AU TRAINEAU

Ce système de propulsion ne présente aucune difficulté de montage. Il consiste simplement en un bâti supportant une hélice actionnée par un moteur de quelques chevaux.

face assez grande pour parer à l'enfoncement dans la neige.

Avec elle, on ne peut guère dépasser la vitesse d'un homme au pas, mais son efficacité n'est pas influencée comme celle du ski par la déclivité du terrain et l'état de la neige. Les pieds munis de raquettes, on peut aisément descendre les pentes les plus raides, sur lesquelles bien des skieurs hésiteraient à se risquer.

La raquette est formée d'un cercle de bois courbé, au milieu duquel sont tendues des cordelettes. Au centre est fixée une planchette sur laquelle repose le pied.

LE PATIN

Tout le monde connaît le patin, instrument d'un sport élégant entre tous, qui permet à ses virtuoses de décrire sur la glace, sans effort apparent, les courbes et les figures les plus compliquées.

Arrivant assez vite à marcher en ligne droite, le patineur ne sera jamais qu'un novice tant qu'il ne sera pas arrivé à exécuter correctement les cercles que les spécialistes appellent des *dehors*. Alors seulement, s'il persévère, il pourra valser, jouer au hockey, voire même tracer sur la glace les lettres de son nom.

LE PATINAGE A VOILE

Dans certains pays du Nord de l'Europe, et même en Allemagne les patineurs se munissent d'une voile de trois à quatre mètres carrés, tendue par une charpente légère qui se compose d'un mât et de deux vergues.

Le vent s'engouffre dans cette voilure et entraîne le patineur, qui glisse ainsi sur la glace à une vitesse très grande sans avoir le moindre effort à fournir. Supportant la voile sur son épaule, il lui suffit de la présenter au vent pour démarrer, de l'incliner plus ou moins pour régler sa vitesse et assurer sa direction.

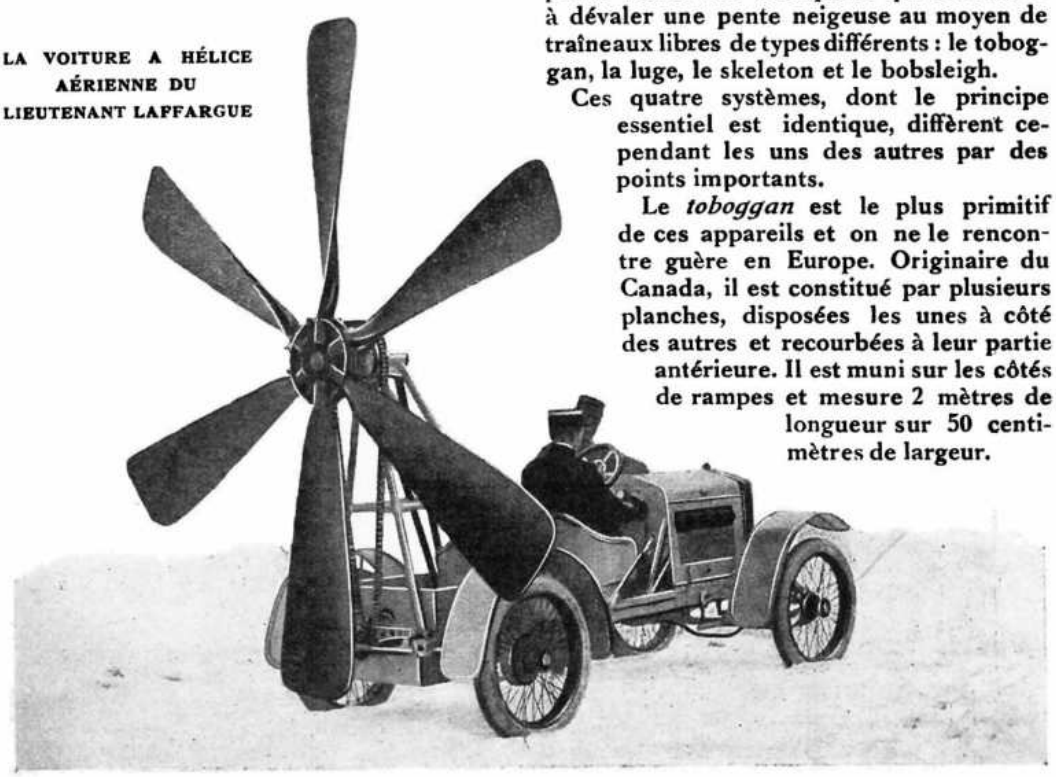
LE TOBOGGAN, LA LUGE, LE SKELETON ET LE BOBSLEIGH

Sous le nom de toboganning, on comprend l'ensemble des sports qui consistent à dévaler une pente neigeuse au moyen de traîneaux libres de types différents : le toboggan, la luge, le skeleton et le bobsleigh.

Ces quatre systèmes, dont le principe essentiel est identique, diffèrent cependant les uns des autres par des points importants.

Le *toboggan* est le plus primitif de ces appareils et on ne le rencontre guère en Europe. Originaire du Canada, il est constitué par plusieurs planches, disposées les unes à côté des autres et recourbées à leur partie antérieure. Il est muni sur les côtés de rampes et mesure 2 mètres de longueur sur 50 centimètres de largeur.

LA VOITURE A HÉLICE AÉRIENNE DU LIEUTENANT LAFFARGUE



Tous les appareils destinés à évoluer sur la neige ne constituent pas uniquement des engins de sport. Ils peuvent aussi recevoir des applications militaires d'un réel intérêt. Notre photographie représente la voiture du lieutenant Laffargue destinée à des reconnaissances rapides et expérimentée au Maroc sur un terrain recouvert par la neige. Ce véhicule est propulsé par une grande hélice à six pales de 6 m 70 de diamètre actionnée par un moteur de 60 chevaux, il pèse, en ordre de marche, 600 kg.

LE FONCTIONNEMENT D'UN TRAINEAU, MUNI D'UNE HÉLICE AÉRIENNE

Le problème de la propulsion des traîneaux automobiles au moyen d'une hélice aérienne a donné lieu à diverses solutions.

Avec un moteur de 8 chevaux monté sur un petit traîneau, un ingénieur, M. Nivert, réussit à évoluer sur la neige durcie à 40 kilomètres à l'heure. Sur un appareil plus perfectionné un autre chercheur, M. René Le Grain, parvint à franchir 60 kilomètres en moins de soixante minutes. Un traîneau de 50 chevaux, actuellement en construction, a été étudié pour dépasser la vitesse de 100 kil. à l'heure.

Les traîneaux à hélice aérienne présentent quelques avantages importants sur ceux munis de roues motrices; ils sont plus légers, de construction facile et d'un prix peu élevé; leurs réparations et leur entretien sont très simples.

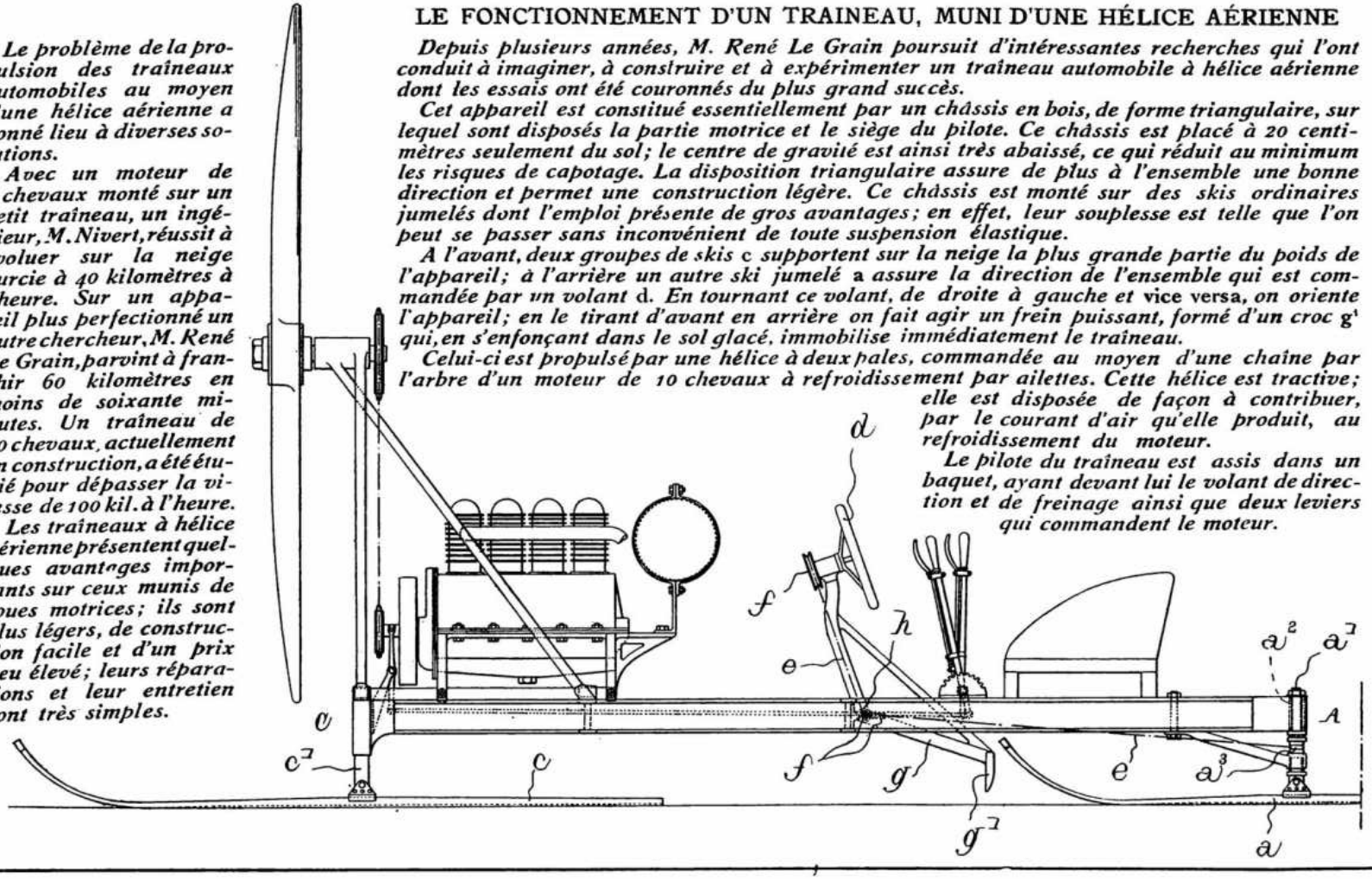
Depuis plusieurs années, M. René Le Grain poursuit d'intéressantes recherches qui l'ont conduit à imaginer, à construire et à expérimenter un traîneau automobile à hélice aérienne dont les essais ont été couronnés du plus grand succès.

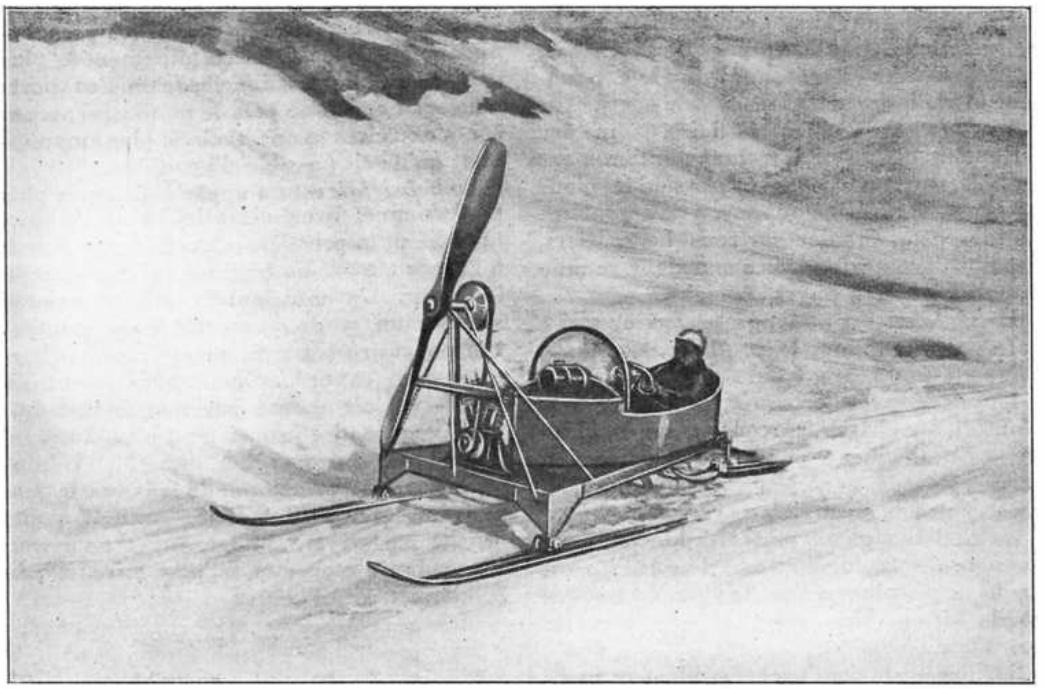
Cet appareil est constitué essentiellement par un châssis en bois, de forme triangulaire, sur lequel sont disposés la partie motrice et le siège du pilote. Ce châssis est placé à 20 centimètres seulement du sol; le centre de gravité est ainsi très abaissé, ce qui réduit au minimum les risques de capotage. La disposition triangulaire assure de plus à l'ensemble une bonne direction et permet une construction légère. Ce châssis est monté sur des skis ordinaires jumelés dont l'emploi présente de gros avantages; en effet, leur souplesse est telle que l'on peut se passer sans inconvénient de toute suspension élastique.

A l'avant, deux groupes de skis c *supportent sur la neige la plus grande partie du poids de l'appareil; à l'arrière un autre ski jumelé* a *assure la direction de l'ensemble qui est commandée par un volant* d. *En tournant ce volant, de droite à gauche et* vice versa, *on oriente l'appareil; en le tirant d'avant en arrière on fait agir un frein puissant, formé d'un croc* g' *qui, en s'enfonçant dans le sol glacé, immobilise immédiatement le traîneau.*

Celui-ci est propulsé par une hélice à deux pales, commandée au moyen d'une chaîne par l'arbre d'un moteur de 10 chevaux à refroidissement par ailettes. Cette hélice est tractive; elle est disposée de façon à contribuer, par le courant d'air qu'elle produit, au refroidissement du moteur.

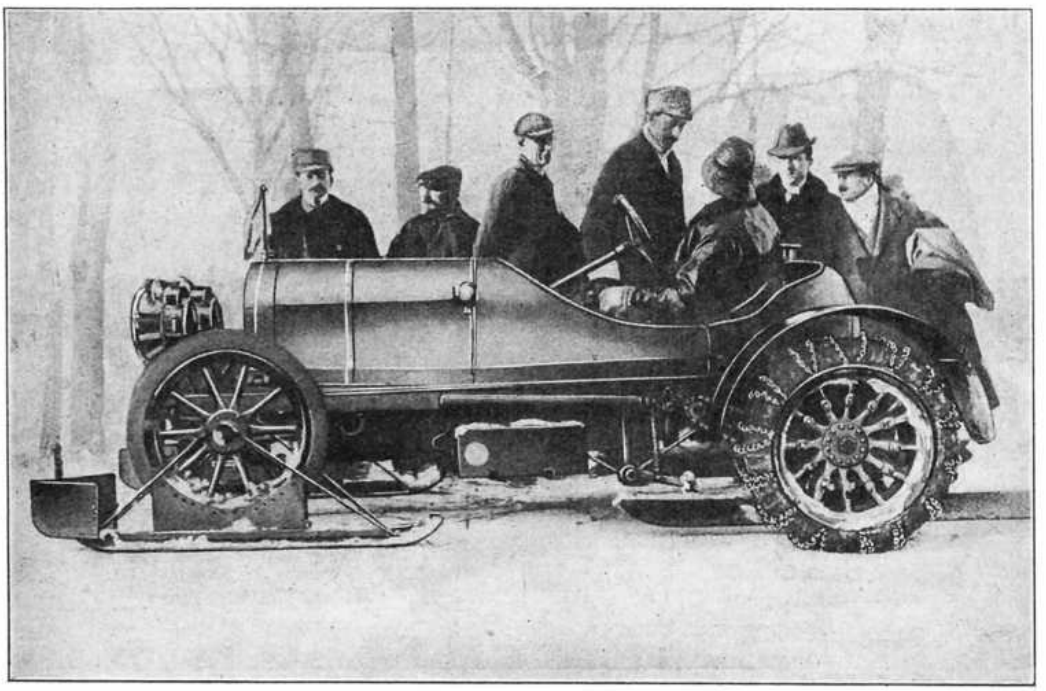
Le pilote du traîneau est assis dans un baquet, ayant devant lui le volant de direction et de freinage ainsi que deux leviers qui commandent le moteur.





LE TRAINEAU A HÉLICE AÉRIENNE DE M. LE GRAIN, EN PLEINE MARCHE

Sur ce traîneau est disposé un groupe propulseur de 10 chevaux. L'ensemble, monté sur des skis ordinaires, ne pèse, en ordre de marche, que 100 kg et glisse sur la glace à 60 km à l'heure.



CETTE AUTOMOBILE GLISSE ET SE SOUTIENT SUR LA NEIGE GRACE A SES PATINS ARRIÈRE

Les roues arrière du traineau automobile Le Grain, entourées de chaînes, propulsent l'ensemble que l'on dirige en orientant les patins avant au moyen du volant comme s'il s'agissait d'une voiture ordinaire.

Le toboggan glisse avec facilité sur la neige fraîche, acquérant une grande vitesse, sans que celle-ci présente pour le conducteur le moindre danger.

La *luge*, très facile à conduire, même par un enfant, est un petit traîneau entièrement en bois, sur lequel le lugeur s'assied les pieds en avant. Il se dirige au moyen de ses talons. La luge peut circuler sur tous les sentiers, chemins et routes inclinés, sans exiger, comme le bobsleigh, des pistes spéciales.

Le *skeleton* est une luge perfectionnée, à patins d'acier, dont la conduite, très dure, exige un grand sang-froid

Le pilote, la tête en avant, les mains cramponnées au châssis, se couche, sur la planchette rembourrée et assure la direction avec ses pieds, auxquels sont attachées de grosses griffes d'acier.

Le skeleton glisse parfois à la vitesse effrayante de 100 kilomètres à l'heure, bondit sur la neige, plonge dans le vide, faisant des bonds formidables, lorsqu'il rencontre un dos d'âne.

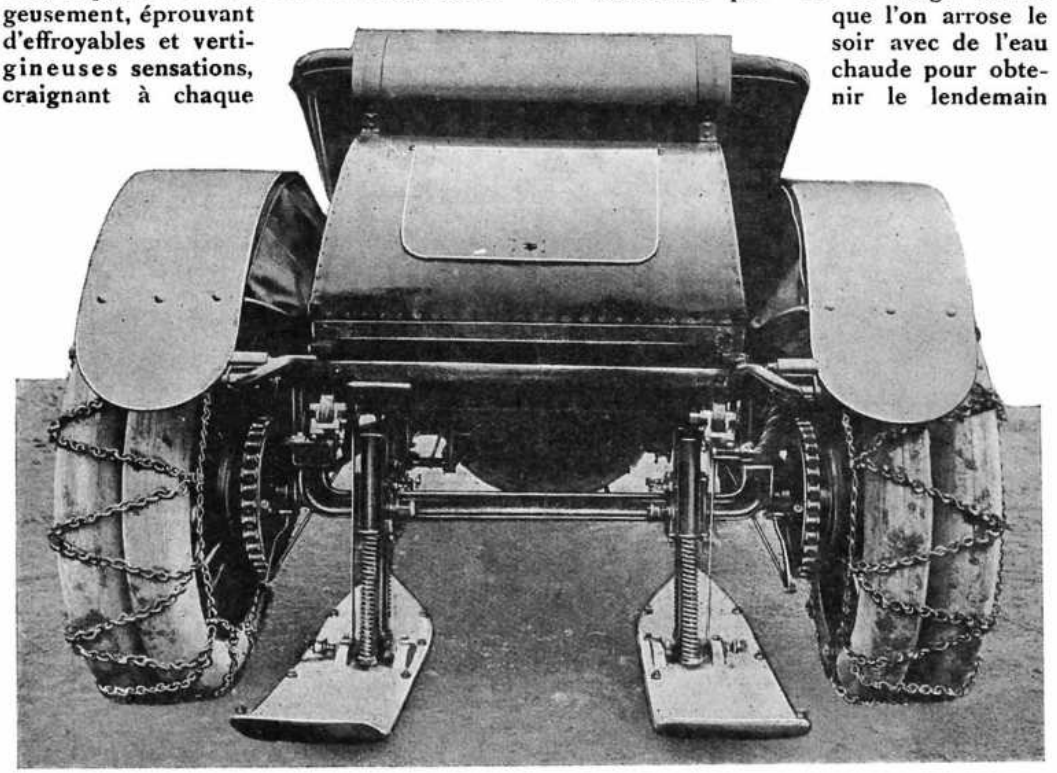
Sur une piste étroite et terriblement inclinée, le pilote du skeleton se lance, courageusement, éprouvant d'effroyables et vertigineuses sensations, craignant à chaque instant de s'écraser par-dessus les plus formidables virages. C'est certainement le plus dangereux et le plus difficile de tous les sports d'hiver; il constitue pour le public qui assiste à ces exercices le spectacle le plus émotionnant qu'il soit possible d'imaginer.

Le *bobsleigh* est un appareil de sport plus perfectionné, formé essentiellement de deux luges, dont la première, directrice, est réunie à la seconde par un bâti qui en augmente la longueur. L'avant, mobile, est commandé soit par un guidon avec câbles et poulies, soit par un volant très incliné placé à l'arrière d'un capot. *Le bob* (abréviation de bobsleigh) est monté par une équipe qui peut comprendre jusqu'à cinq personnes.

La luge, qui ne pèse que 3 à 5 kilogrammes, ne permet que de faibles vitesses; mais au contraire le bob, dont le poids atteint parfois 100 kilogrammes pour une longueur de trois mètres, peut faire jusqu'à 80 kilomètres à l'heure.

LES PISTES DE NEIGE

La piste du skeleton est très abrupte : elle est constituée par de la neige battue que l'on arrose le soir avec de l'eau chaude pour obtenir le lendemain



LES PATINS ET LES ROUES MOTRICES D'UNE AUTOMOBILE TRANSFORMÉE EN TRAINEAU

Cette voiture est soutenue par deux larges patins disposés sur l'essieu arrière. La propulsion est assurée par des roues motrices jumelées revêtues de chaînes de forte saillie; ces roues s'enfoncent dans la neige de quelques centimètres seulement : juste ce qui est nécessaire à l'avancement.

une belle patinoire, régulièrement glacée. Cette piste est soigneusement balayée car la moindre aspérité pourrait causer de véritables catastrophes.

Le bobsleigh exige une piste de 2 m 25 à 2 m. 50 de large, parfaitement tracée et entretenue. L'extérieur de toutes les courbes est revêtu d'un talus de neige très élevé, afin que l'équipe ayant pris le virage d'une façon défectueuse ne soit pas projetée hors de la piste.

La confection d'une bonne piste est l'une des conditions essentielles pour obtenir une grande vitesse et une excellente stabilité dans les virages. La préparation en est simple; aucune loi, aucun principe n'en règlementent l'établissement dans lequel l'empirisme seul intervient.

Cependant, les virages sont faits en tenant compte de la déclivité du terrain et aussi du poids et de la longueur des bobsleighs qui doivent y circuler.

Animé d'une grande vitesse, le bobsleigh aborde le virage en dérapant fortement; c'est à l'équipier arrière que revient la tâche de remettre l'appareil dans la bonne position; pour cela, il lui suffit de se pencher plus ou moins. De cette manœuvre dépend toute la sécurité du bobsleigh et de ceux qu'il transporte.

La composition de l'équipe a aussi son importance : il est bon de charger l'arrière, ce qui augmente la vitesse, mais si cette disposition est exagérée, le bob « chasse » dans les virages. Pour y remédier, on a songé à fixer de chaque côté du bobsleigh de puissants rateaux, mais l'action de ces appareils était telle que bien souvent ils produisaient un frottement trop considérable qui arrêtait l'élan.

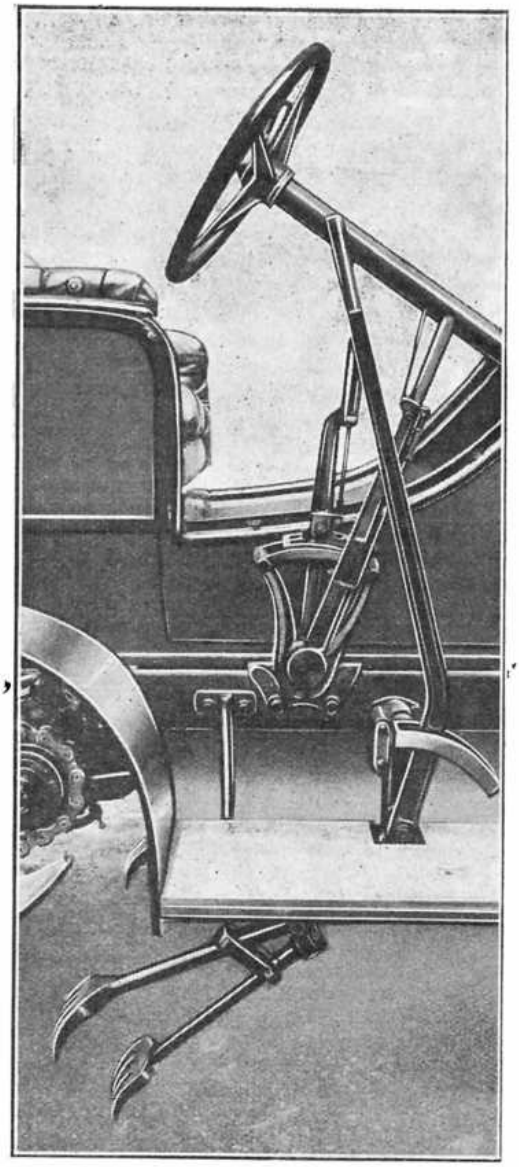
La Suisse dispose des plus belles pistes de bobsleighs; à Davos, la *Schatzalp* a coûté plus de 100 000 francs; longue de 2 800 mètres, inclinée de 9 0/0, elle comprend 45 virages; elle est magnifiquement entretenue et pourvue d'un funiculaire pour remonter les bobs et les équipiers.

A Saint-Moritz est située une autre piste, très belle aussi, de 1 600 mètres de longueur.

En France, à Chamonix, une excellente piste de 1 850 mètres, inclinée à 12 0/0, permet aux bobsleighs d'atteindre et même de dépasser la vitesse de 100 kilomètres à l'heure.

L'ICE-YACHTING

L'origine du traîneau à voile remonte à plusieurs siècles; c'est en Hollande, semble-t-il, vers l'an 1550, que furent essayés les premiers *ice-boats*, qui ne tardèrent pas à se répandre dans tous les pays du Nord. Au Canada, en Suède, en Norvège, en Finlande, où leur emploi est aujourd'hui fréquent, ils sont entrés dans la voie de l'utilisation pratique, comme engin de transport, sans abandonner pour cela le domaine sportif.



LE FREINAGE EST OBTENU A L'AIDE DE PUISSANTES GRIFFES QUI MORDENT LE SOL

Un freinage progressif et énergique est assuré par deux griffes agissant dans le même plan et l'une après l'autre, la griffe la plus rapprochée de la roue arrière prenant d'abord contact avec la neige. Ces griffes sont commandées par un levier.

Aux Etats-Unis, l'ice-yachting est pratiqué avec ferveur et des matches passionnants ont lieu chaque année; au cours de ces réunions, des performances étonnantes sont réalisées et, bien souvent, la vitesse de 110 kilomètres à l'heure est dépassée. Par grand vent, on a pu atteindre 145 kilomètres à l'heure!

Un ice-boat est essentiellement constitué par un bâti, muni de patins, sur lequel est montée une mâture supportant une grande voile et un foc. Les patins sont généralement au nombre de trois; deux sont disposés aux extrémités d'une traverse latérale; le troisième placé à l'arrière de la *travée* longitudinale, est mobile et assure la direction du véhicule. Sur cette même travée se tient le pilote.

L'étude d'un tel appareil, les règles de sa construction, les principes qu'il faut observer pour sa conduite sont semblables à la technique du bateau à voile. La largeur d'un ice-boat n'est généralement pas inférieure à la moitié de sa longueur qui, en moyenne, varie de 10 à 12 mètres. Cet empattement très développé assure au système une excellente stabilité.

L'ice-boat, qui demeure l'apanage des pays du Nord, pourrait très bien s'acclimater en France où les espaces nécessaires à ses évolutions ne manquent pas; il a d'ailleurs donné naissance à un autre sport, l'aéroplage, dont l'apparition sur nos côtes fut accueillie avec enthousiasme.

LES TRAINEAUX AUTOMOBILES

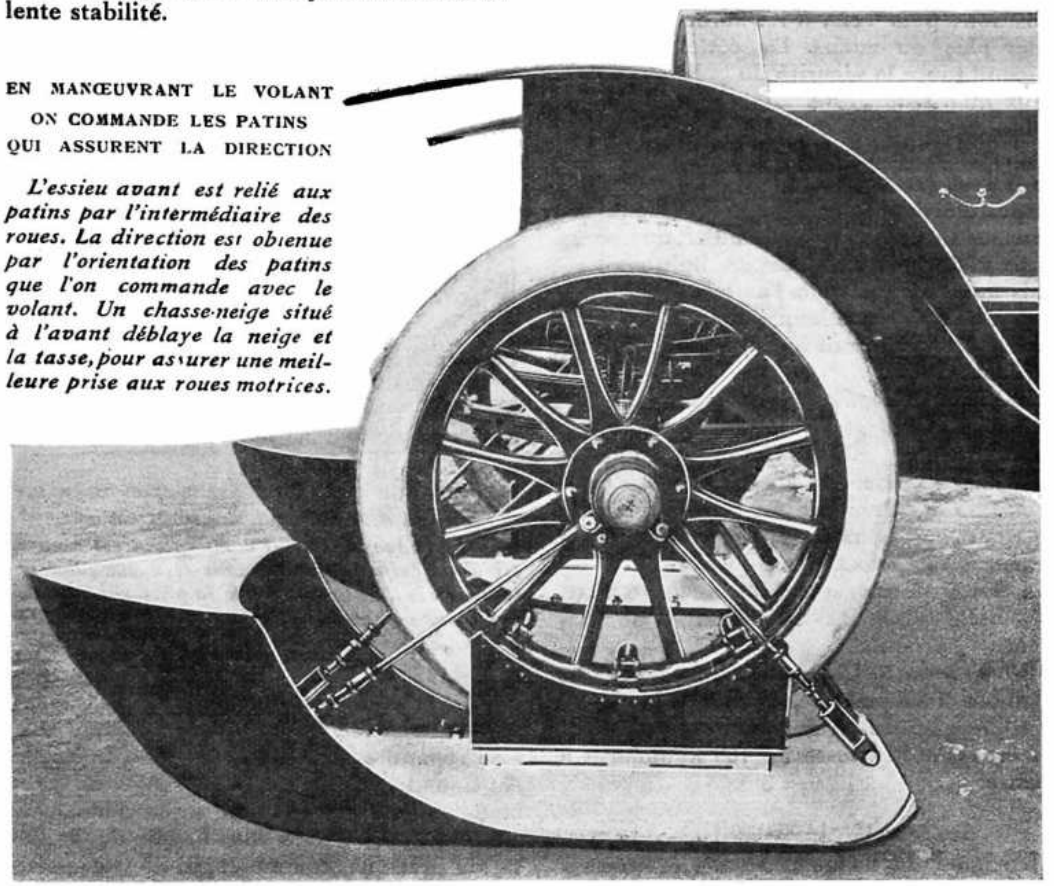
L'idée d'appliquer le moteur d'automobile à la propulsion des traîneaux remonte à plusieurs années. Mais la complexité du problème, en apparence si simple, en a retardé la solution jusqu'en ces derniers temps où l'apparition de l'hélice aérienne a considérablement simplifié la question. Cependant l'emploi des roues motrices n'a pas été abandonné pour cela, car ce système présente un rendement bien supérieur à la propulsion aérienne.

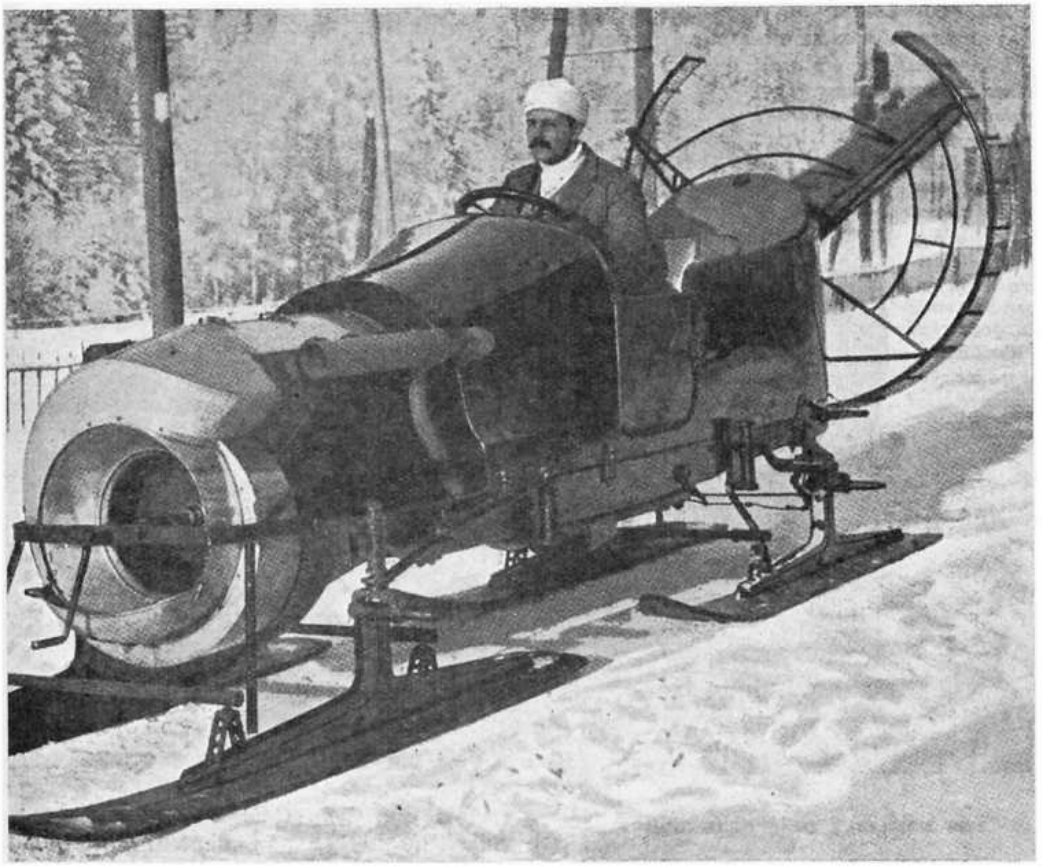
Différents essais ont été couronnés de succès malgré la difficulté du problème.

Citons le traîneau de M. Le Grain qui comprend une carrosserie et une partie motrice montées sur un train porteur. Des patins sont

EN MANŒUVRANT LE VOLANT ON COMMANDE LES PATINS QUI ASSURENT LA DIRECTION

L'essieu avant est relié aux patins par l'intermédiaire des roues. La direction est obtenue par l'orientation des patins que l'on commande avec le volant. Un chasse-neige situé à l'avant déblaye la neige et la tasse, pour assurer une meilleure prise aux roues motrices.





LE COMTE BERTRAND DE LESSEPS SUR SON TRAINEAU AUTOMOBILE

Le lieutenant Shackleton, qui prépare actuellement une expédition polaire, a l'intention d'emporter avec lui plusieurs traîneaux automobiles. Aussi a-t-il suivi avec beaucoup d'intérêt les brillants essais du comte Bertrand de Lesseps; celui-ci, a en effet, construit un traîneau propulsé par une hélice disposée à l'arrière. Le moteur est placé tout à l'avant sans être protégé par le moindre capot, afin de lui assurer un bon refroidissement. La vitesse atteinte a dépassé 60 km à l'heure.

disposés sous les roues avant; on les oriente au moyen d'un volant pour assurer la direction, comme s'il s'agissait d'une automobile ordinaire. A l'arrière les roues portant des pneus jumelés et entourés de chaînes faisant fortement saillie; sur l'essieu sont fixés deux larges patins qui forment la partie glissante et sustentatrice de l'ensemble.

La propulsion est assurée par les roues arrière, qui, grâce à leur chaîne, ont prise sur la neige et sur la glace; les roues ordinaires en effet, ne présentent pas une adhérence suffisante pour assurer le démarrage et patinent sur place.

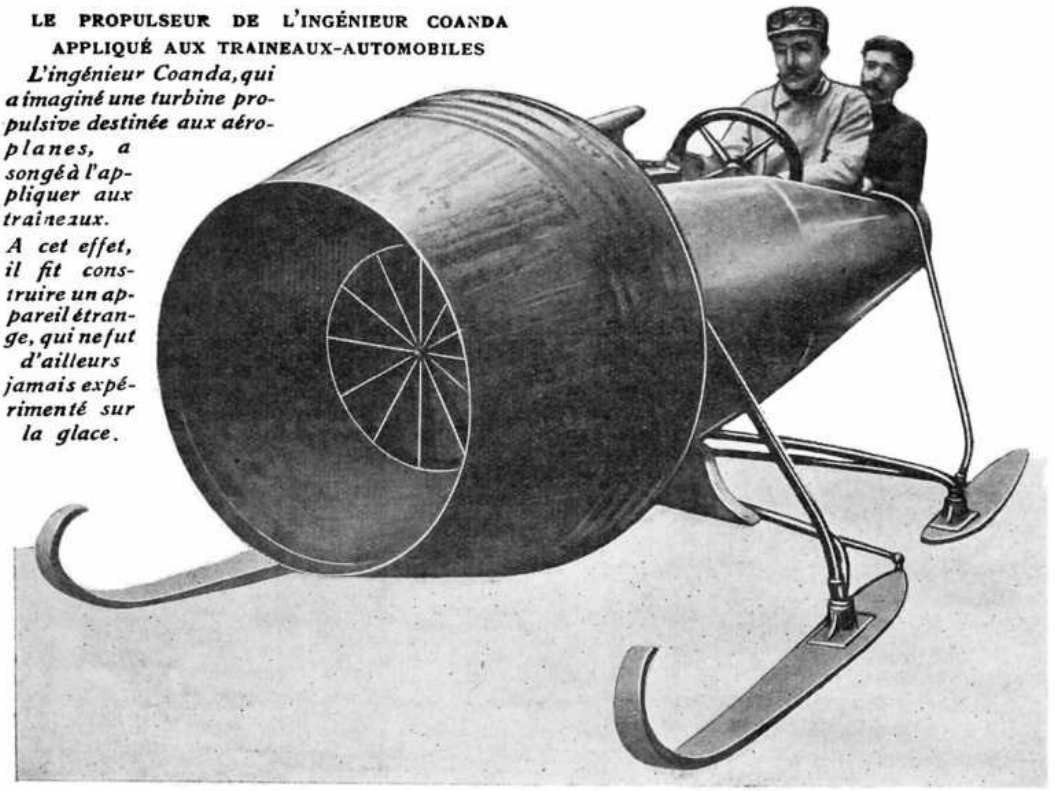
Dans le même ordre d'idée, le lieutenant de la Besse a imaginé un traîneau automobile, extrêmement intéressant, constitué essentiellement par une carrosserie montée sur quatre patins antidérapants. La propulsion était assurée par deux roues à aubes hélicoïdales, dont on pouvait commander l'adhérence au sol, à l'aide de tringles à vis.

Le traîneau à hélice aérienne est d'une réalisation beaucoup plus simple; une chaîne reliée à l'arbre du moteur fait tourner une hélice, généralement disposée à l'arrière du véhicule. Sous la poussée de ce propulseur, le traîneau démarre facilement et parvient à franchir de longues distances.

Avec un moteur de 8-10 chevaux, un sportsman, M. Nivert, a pu faire évoluer un traîneau à hélice à plus de 40 kilomètres à l'heure; avec la même puissance M. Le Grain est parvenu à atteindre en palier la vitesse de 60 km à l'heure; avec un traîneau de 50 chevaux qu'il vient de faire construire, il espère dépasser le 100 à l'heure.

LE PROPULSEUR DE L'INGÉNIEUR COANDA APPLIQUÉ AUX TRAINEAUX-AUTOMOBILES

L'ingénieur Coanda, qui a imaginé une turbine propulsive destinée aux aéroplanes, a songé à l'appliquer aux traîneaux. A cet effet, il fit construire un appareil étrange, qui ne fut d'ailleurs jamais expérimenté sur la glace.



NOS DOMAINES DE SPORTS D'HIVER

Pendant bien des années, les sports d'hiver n'ont guère connu qu'un seul domaine aménagé pour eux : la Suisse. Aujourd'hui, grâce aux efforts des syndicats d'initiative, soutenus, encouragés et aidés par l'incessante propagande du Touring-Club de France et du Club Alpin Français, les centres suisses de sports d'hiver ont pour rivaux des centres français dont l'importance s'accroît d'année en année.

Notre pays, en effet, possède de magnifiques massifs de montagnes. Les Alpes, les Vosges, les Pyrénées françaises ainsi que le Plateau Central offrent aux fervents du tourisme et des sports hivernaux un vaste champ d'activité qui ne le cède à aucun autre, ni en étendue ni en beauté.

Aussi, depuis une dizaine d'années surtout, des centres de sports d'hiver se sont-ils organisés un peu partout dans les régions montagneuses de notre territoire.

Les sportsmen qui ne connaissaient autrefois que les stations hivernales de la Suisse ou du Tyrol, fréquentent aujourd'hui assidûment Chamonix, Samoëns, Sixt, Mont-Revard, Aix-les-Bains, dans les Alpes; Gérardmer, dans les Vosges; Montlouis, Vernet-les-Bains, Cauterets, Luchon-Superbagnères, dans les Pyrénées; Fourmols, le Lioran, le Mont-Dore, en Auvergne, sans compter vingt autres stations de moindre importance.

On a compris enfin, dans notre pays, quels bénéfices les sports d'hiver pouvaient un jour procurer aux régions organisées pour les exploiter d'une façon intelligente, et chacun s'est mis à l'œuvre.

Aussi est-on fondé à croire que, dans un avenir assez rapproché, nos stations françaises pourront opposer aux 60000 voyageurs que la Suisse héberge pendant la saison hivernale et aux millions de francs qu'elle en reçoit, des chiffres pour le moins aussi élevés, en attendant mieux.

G. LORTHIOIS.

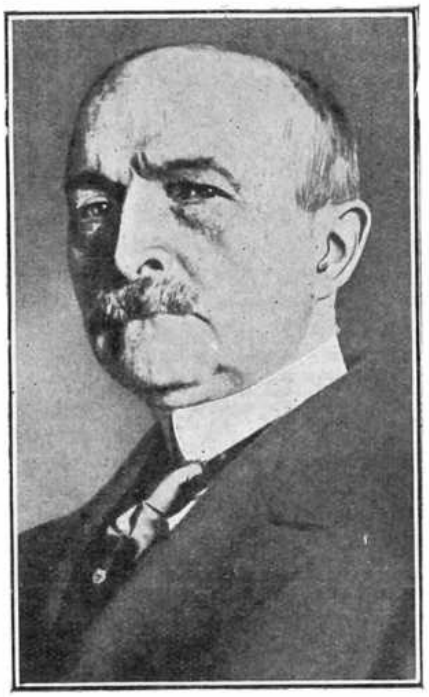
LE PERCEMENT DE L'ISTHME DE PANAMA ET LE GÉNIE FRANÇAIS

Par M. Philippe **BUNAU-VARILLA**

ANCIEN INGÉNIEUR EN CHEF DU CANAL DE PANAMA

L'œuvre du canal de Panama va être livrée à l'activité du monde, probablement cette année.

C'est l'œuvre la plus difficile, la plus grandiose que le génie humain ait réalisée pour l'aménagement de la planète. C'est aussi celle dont les conséquences seront les plus vastes et les plus profondes pour l'humanité de demain. Quelques chiffres suffiront à faire saisir la vérité de cette assertion.



M. PHILIPPE BUNAU-VARILLA

Lorsque le canal sera ouvert à la navigation, sa construction aura demandé trente-trois ans, soit un tiers de siècle. Il aura entraîné l'excavation de 235 millions de mètres cubes de terres et de roches, dont 60 millions par les Français et 175 millions par les Américains. Il aura exigé une somme, non compris les dépenses purement financières d'intérêts et de frais d'émission, de 2 750 millions environ dont 750 en chiffres ronds auront été en fin de compte supportés par la Société française et environ deux milliards par le trésor de la République américaine (1). C'est donc, pour chacun des 80 kilomètres de sa longueur, une dépense moyenne de près de 35 millions de francs.

Mais ce n'est pas tout. Malgré ces dépenses colossales, l'œuvre créée ne sera qu'une œuvre provisoire. Ce canal sera un canal à écluses. Pour traverser l'isthme, les navires devront, au moyen de trois écluses de chaque côté, s'élever du niveau de la mer jusqu'à une altitude de 25 mètres, et naviguer, à ce niveau, sur les eaux d'un lac artificiel. Les progrès dans la dimension des navires militaires ou commerciaux, l'accroissement du trafic obligeront à faire disparaître les écluses.

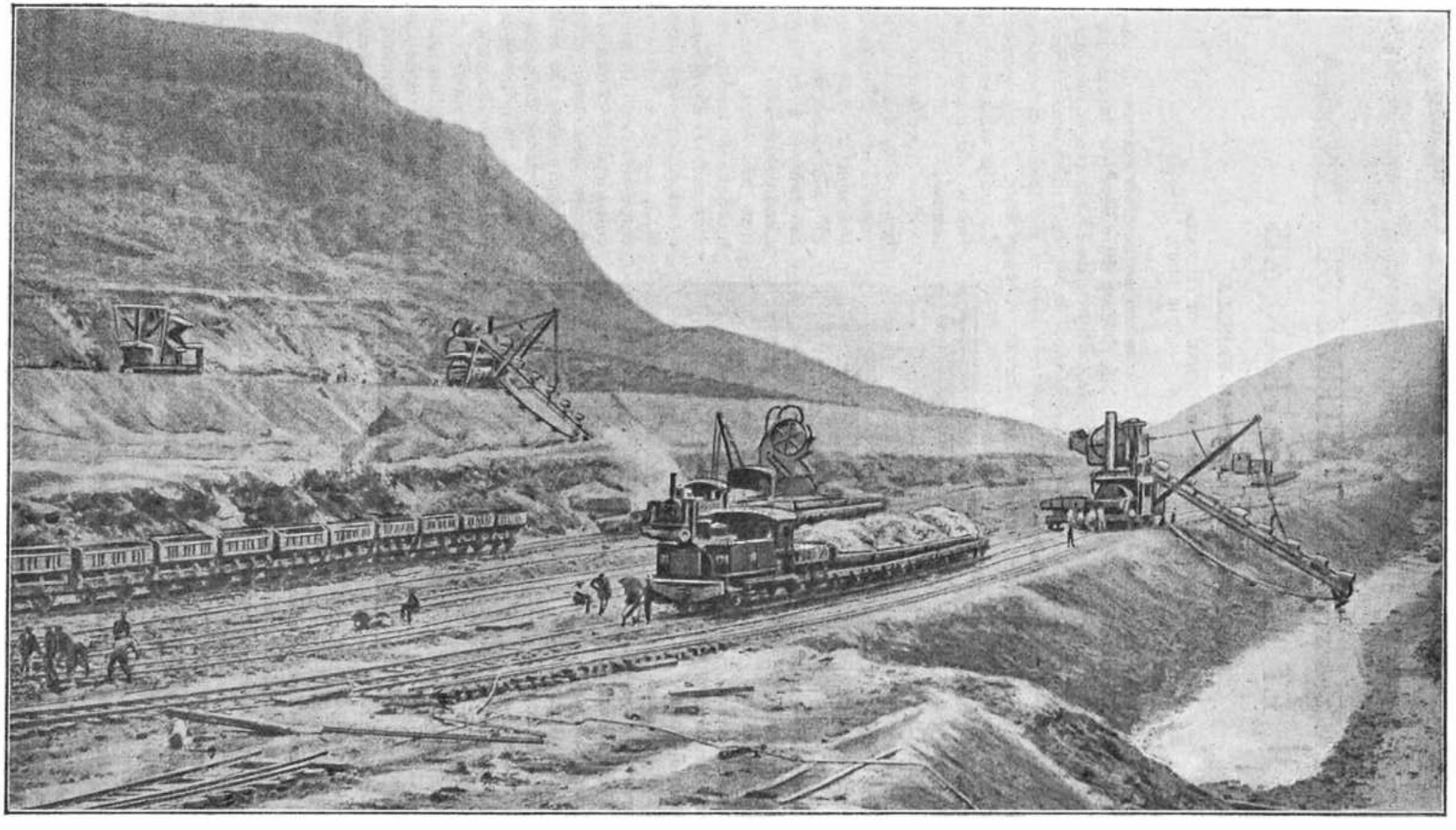
Pour créer la voie définitive et libre que j'ai appelée le « Détroit de Panama », large de 150 mètres au fond, de 200 mètres à la ligne d'eau, profond de 14 mètres aux plus basses marées, il faudra encore excaver 25 millions de mètres cubes environ. Mais cette dernière étape qui sera la plus considérable sera la moins coûteuse; elle n'exigera que 250 millions de frais de préparation et 500 millions de frais d'exécution et demandera dix ans.

Finalement on peut dire que, lorsque le « Détroit de Panama » sera créé, il aura coûté environ trois milliards et demi, soit à peu près quarante-cinq millions par kilomètre.

De tous les travaux de l'homme dans l'ordre matériel, c'est celui de Panama qui aura provoqué les troubles économiques et politiques les plus profonds. C'est la seule création technique qui aura exigé pour son exécution le remaniement de la carte politique du monde et la création d'une République nouvelle. C'est, de toutes les œuvres de l'ingénieur, celle qui aura déterminé les plus grandes et aussi les plus persistantes erreurs.

Quelques chiffres sont bons à citer. Avant

(1) La dépense de la Compagnie française, pour cette catégorie, a été de 950 millions environ, somme réduite à 750 millions par le paiement de 200 millions lors du rachat en 1904.



SUR LES CHANTIERS DU COL DE LA CULEBRA, LES FRANÇAIS, COMME ON PEUT LE VOIR, N'UTILISAIENT PAS UN MATÉRIEL DÉSUET

Ce n'est pas, comme on l'a prétendu, à l'aide de chemins de fer joujoux, *et en travaillant* à la pelle et à la pioche, *que l'ancienne Compagnie de Panama avait eu la prétention d'ouvrir la tranchée de la Culebra. Son matériel comprenait en réalité des excavateurs de 75 tonnes et des milliers de wagons circulant sur des voies de 1 m 80 de large. Quinze mille ouvriers travaillaient sur ces chantiers.*

que la Compagnie fût créée, une des entreprises les plus réputées de l'époque évalua à 512 millions de francs le coût du canal et à 75 millions de mètres cubes le volume de l'excavation. C'étaient de lourdes erreurs; toutefois, elles avaient pour excuse l'ignorance, en 1880, des conditions physiques de l'isthme.

Mais, en 1906, après la plus colossale expérience et l'acquisition de toutes les données nécessaires, que voyons-nous? Nous voyons, après six années d'études par les ingénieurs américains, le gouvernement des Etats-Unis adopter le projet actuel. Son coût fut alors évalué, pour les travaux seuls, à 700 millions en chiffres ronds. On reconnaît, aujourd'hui, que les travaux exigeront 1 500 millions (également ronds). L'erreur sur les cubes à excaver ne fut pas moins profonde, au contraire. Le projet adopté en 1906 devait exiger 78 millions de mètres cubes. Il aura entraîné l'extraction de 175 millions de mètres cubes.

Passons à un autre ordre d'idées. Le trafic du canal sera gigantesque. Il aura, d'après les plus récentes statistiques officielles, plus de 10 millions de tonnes nettes, la première année. C'est le chiffre qu'a atteint le canal de Suez après trente ans d'exploitation.

On doit compter que, dans une vingtaine d'années, il aura atteint près de 50 millions de tonnes. A ce moment, les ressources en eau cesseront d'être suffisantes pour le trafic. C'est la principale des raisons pour lesquelles on doit envisager, dès maintenant, la transformation nécessaire du canal à écluses, alimenté par les débits limités des rivières, en un libre détroit alimenté par les ressources illimitées des océans. Ces quelques chiffres donnent une idée du caractère grandiose à tous égards de l'œuvre entreprise par le génie français et terminée par le génie américain.

Mais, si les Français n'ont fourni qu'une fraction du travail qui aura assuré la jonction du Pacifique à l'Atlantique, c'était la partie du travail la plus difficile, celle qui semblait alors un assaut contre l'impossible.

La fièvre jaune, la fièvre pernicieuse décimaient nos rangs. Pour chaque cent employés restés six mois au service de l'œuvre de Panama, vingt étaient morts. Aujourd'hui, la science médicale a triomphé de ces maux. On a pu, grâce à cela, plus que doubler le nombre des travailleurs.

Eh bien, nous pouvons comparer avec fierté les résultats d'autrefois avec ceux d'aujourd'hui. La puissance de production a été augmentée grâce à l'augmentation du personnel, mais le rendement par homme n'a pas été élevé, il est plutôt légèrement inférieur à celui de la période française. Il était de 70 mètres cubes par homme et par mois dans la période française. Il est de 68 mètres cubes par homme et par mois dans la période américaine.

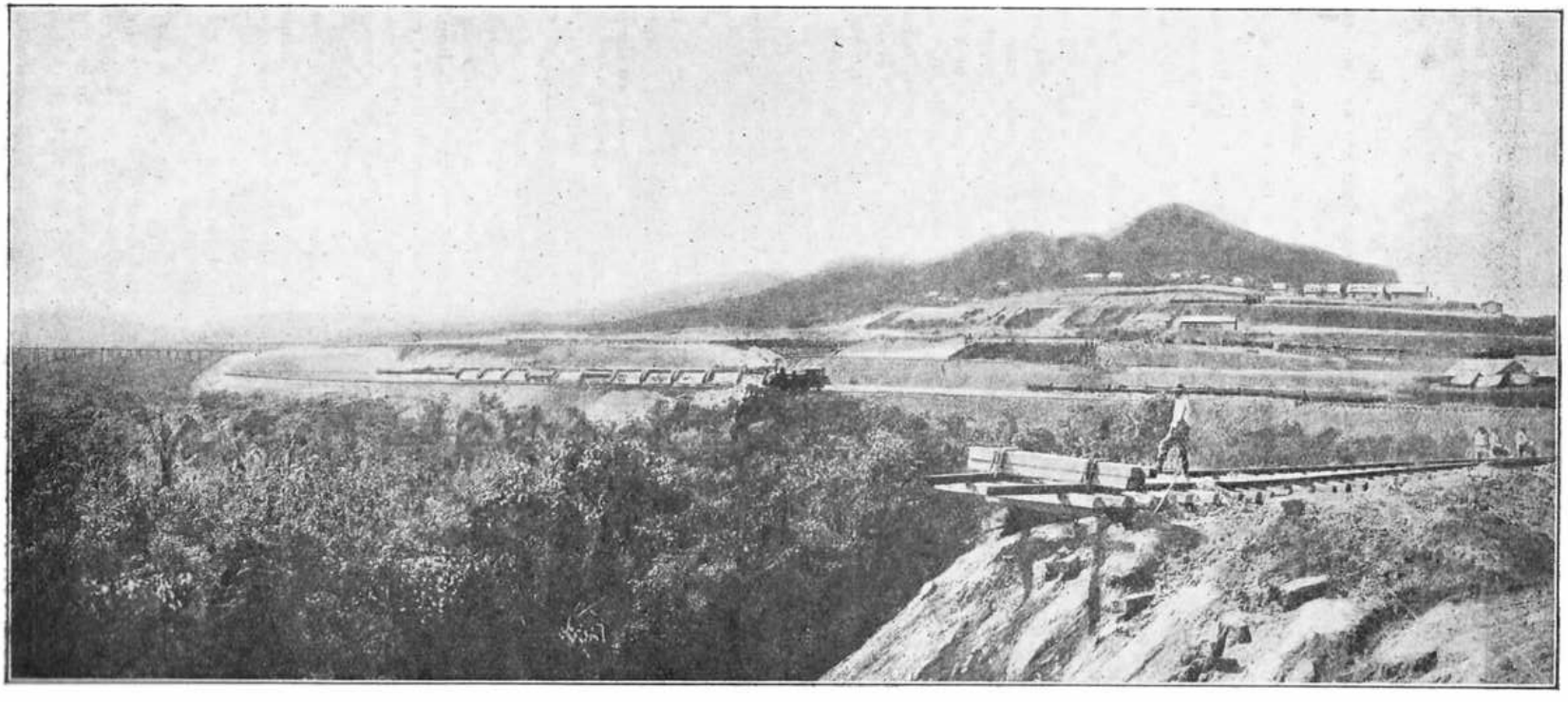
Si les Français n'ont fourni qu'une partie de l'argent qui aura été nécessaire, par contre, le génie français aura fourni l'intégralité des solutions sans lesquelles cette grande idée serait restée une chimère. La gloire du génie français sort resplendissante de cette grande épreuve. Il aura une fois de plus servi d'une façon éclatante les intérêts de l'humanité. En l'affirmant, d'ailleurs, je me contente de me faire l'écho de ce que pensent nos successeurs, les Américains. Avec une généreuse hauteur de vues à laquelle on ne saurait trop rendre hommage, ils n'ont cessé d'exprimer leur admiration pour les travaux accomplis par nous. Tout récemment encore, l'ambassadeur des Etats-Unis à Paris, M. Myron T. Herrick, disait, dans une réunion des commissaires américains de l'Exposition de San-Francisco, le 12 décembre dernier, ce qui suit:

« Quand on construit un vaste édifice, c'est au génie de l'architecte qu'est due la conception du plan; c'est lui qui rend possible pour l'entrepreneur de réaliser la construction. On peut dire, à ce point de vue, que la France a été l'architecte du Canal de Panama et que les Etats-Unis ont eu simplement à faire le travail du constructeur.

« Par conséquent, l'Exposition de San-Francisco doit célébrer le génie français non moins que le génie américain, car ce sont ces deux grandes nations qui ont ensemble coopéré à la réalisation du Canal. »

Mais ce n'est pas seulement dans la bouche d'un ambassadeur américain que l'on trouve l'expression de pareils sentiments. Laissez-moi vous lire ce qu'écrivait en novembre dernier le *New-York American*, le journal populaire par excellence, celui qui a autrefois soutenu jusqu'au dernier retranchement la solution américaine de Nicaragua contre la solution française de Panama. Ecoutez le bel hommage qu'il rend au génie français. Certes, il vient à propos des expériences d'aéroplanes de Pégoud, mais il est certainement inspiré par les preuves qu'a données, à Panama, le génie français de sa merveilleuse supériorité, preuves que maintenant le *New-York American* reconnaît et qu'il proclame généreusement:

« Il est bon pour nous de nous rendre compte des qualités des autres. Il est bon



L'ÉTAT DES TRAVAUX DANS LES RÉGIONS SUPÉRIEURES DE LA CULEBRA EN 1888

L'enlèvement des déblais provenant des parties supérieures du massif de la Culebra, présentait les plus sérieuses difficultés. On arriva à les vaincre par l'installation de décharges étagées s'avançant dans la haute vallée de l'Obispo. Pour créer chaque décharge, on faisait basculer du haut d'une estacade les wagons de déblais roulant à la partie supérieure. Une fois le remblai constitué on pouvait déverser sur ses deux côtés le contenu de nouveaux trains. On aperçoit ici sur la droite la voie supérieure d'une estacade ainsi remblayée. En haut et à droite s'élève la colline de Gold Hill, appelée autrefois Cerro Culebra. A flanc de côteau s'étagent de 10 mètres en 10 mètres, de la cote 75 à la cote 105 les voies de circulation et de sortie des trains de déblais. Plus tard, quand les Américains, poursuivant les travaux de la compagnie française, arrivèrent à la cote 30, les terrains devinrent plus meubles et il fallut, pour éviter les éboulements, donner aux talus des remblais une pente bien plus faible que celles qu'on voit ici.

pour nous de bien voir que les Français, ces héritiers du génie d'Athènes et de Rome, n'ont cessé, depuis le temps de Charlemagne, d'être dans ce monde les guides des nations, guides dans la sphère de la pensée humaine, dans celle du génie civil, dans celle de la hardiesse physique presque surhumaine, dans celle de la création de l'automobile, de l'aéroplane, en un mot dans tout ce qui exige un cerveau agissant instantanément et sans peur. »

Mon but est de passer rapidement en revue les problèmes techniques que cette grande œuvre a soulevés ainsi que les solutions qui, comme vous le verrez, sont françaises, sans une seule exception.

LE PROBLÈME GÉOGRAPHIQUE DONT LE CANAL DE PANAMA EST LA SOLUTION

Avant d'entrer dans le sujet, disons un mot du grand problème dont le canal de Panama est lui-même la solution. Ce problème, c'est celui de la route de l'Europe à l'Asie, par l'Ouest.

Depuis la fameuse campagne d'Alexandre, 327 ans avant notre ère, les peuples européens n'ont eu aucun contact avec les peuples d'Extrême-Orient. En 1307, Marco Polo commença à soulever le voile sur ces régions mystérieuses en rendant publics ses merveilleux voyages en Perse, dans l'Inde, auprès du grand Khan de Tartarie, dans le vaste empire de Cathay. Mais la campagne d'Alexandre, comme le voyage de Marco Polo, s'était accomplie par terre.

Vers la fin du xv[e] siècle, en 1487, une grande découverte était annoncée. Barthelomé Dias, envoyé par le roi de Portugal à la recherche d'un potentat africain, était revenu de son long voyage. Il n'avait pas trouvé le roi, mais, poussé par la tempête, il avait doublé la pointe occidentale d'Afrique, le cap des Tempêtes, et avait abordé sur la côte de Malabar. Le chemin de l'Europe à l'Inde par l'Est était révélé.

Nul doute que ce grand événement ne fût un concours inespéré pour Christophe Colomb qui rêvait d'aller à l'Inde par l'Ouest. Un an plus tard se réunissait à Salamanca le collège de savants et d'ecclésiastiques auxquels Christophe Colomb devait exposer son idée. En 1490, le collège condamne sans pitié la conception d'une route vers l'Inde par l'Ouest.

« Comment la terre peut-elle être ronde, disaient les juges de Colomb, puisqu'on dit dans les psaumes que le ciel est tendu comme une peau ? »

Fort heureusement, Isabelle la Catholique, après la prise de Grenade, donna à Colomb les moyens de tenter la recherche de la route de l'Inde par l'Ouest. Quand, le 12 octobre, il aborda à l'île qu'il nomma San-Salvador, Colomb crut avoir touché une île dépendant de l'Inde d'Alexandre, de Marco Polo et de Bartholomé Dias. De là le nom d'Indes Occidentales donné aux Antilles, le nom d'Indiens donné aux indigènes. Mais lorsqu'à son troisième voyage, le mercredi 1[er] août 1498, Colomb toucha à Trinidad et vit l'immensité de la mer couverte par les eaux limoneuses de l'Orénoque, il comprit qu'il avait devant lui un continent. Seule une masse continentale pouvait donner naissance à un fleuve aussi grand.

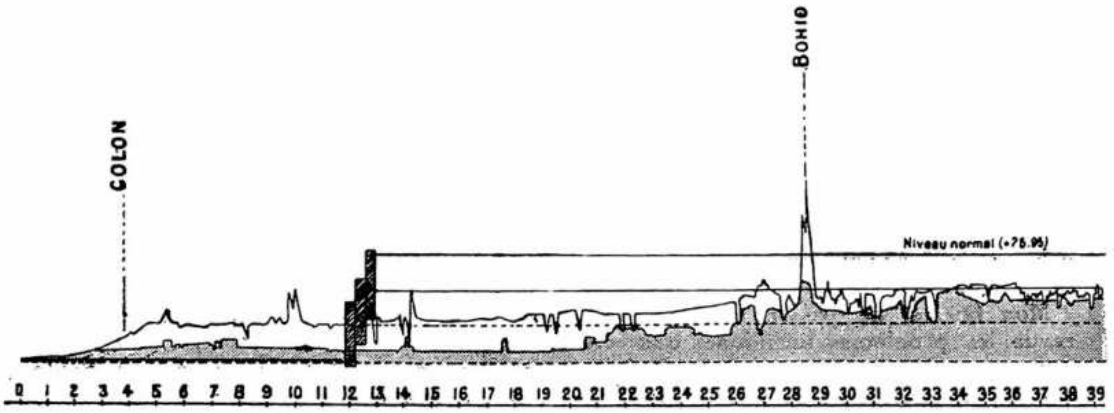
Colomb finit, comme vous le savez, son troisième voyage dans la disgrâce. Il fut ramené couvert de chaînes en Espagne. C'était la première de la série des iniquités qui devaient signaler l'histoire de la route vers l'Asie par l'Ouest, série qui s'est prolongée jusqu'à nos jours.

Pendant le troisième voyage de Colomb un grand fait s'est accompli. La route de l'Europe à l'Inde par l'Est, en contournant l'Afrique, a été parcourue une seconde fois. En septembre 1499, Vasco de Gama a parcouru la route de Bartholomé Dias; il est parti du Portugal en 1497; il a visité cette Inde mystérieuse; il y a fondé une colonie, il s'y est battu; il en est revenu en 1499. Ce continent que Colomb croyait avoir touché en 1498, Vasco de Gama y était précisément la même année. Ce qu'a trouvé Vasco de Gama répond aux prescriptions de Marco Polo. Ce qu'a trouvé Colomb au cours de ses trois voyages en diffère essentiellement.

C'est alors que naît dans l'esprit de Colomb une notion juste de sa découverte. Il existe une masse continentale entre l'Europe et les mers qui baignent l'Inde. Qu'importe, il ira chercher le détroit qui, à travers la masse continentale, le conduira à cette mer qui le portera à l'Inde. L'idée du détroit naît donc avec le xvi[e] siècle.

Colomb repart en 1502 et échoue dans sa recherche. Mais, comme si une prescience surhumaine le guidait encore, c'est le long de l'isthme de Panama qu'il va rôder. Il visite Veraguas, Porto-Bello, c'est-à-dire ce qui est aujourd'hui la république de Panama. Il échoue dans sa recherche, revient en 1504 et meurt bientôt après, ayant achevé sa tâche lumineuse et planté l'idée que nous allons voir cette année aboutir, plus de quatre siècles après.

Le 25 septembre 1513, un nouveau pas en avant est fait. Vasco Nunez de Balboa tra-



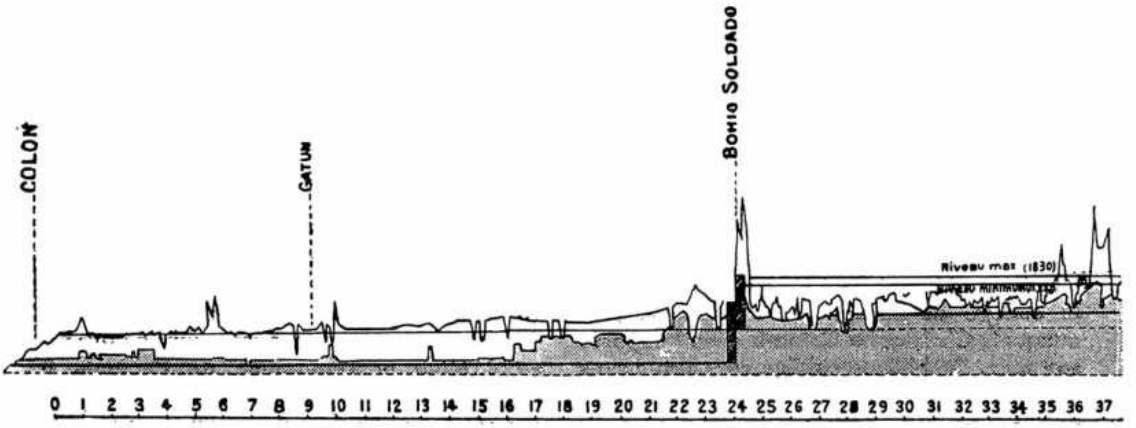
PROFIL EN LONG DU CANAL DE PANAMA TEL QU'IL A ÉTÉ EXÉCUTÉ, C'EST-A-DIRE

Le canal comporte trois biefs ; la différence de niveau est rachetée au moyen d'une série Le niveau du bief supérieur est à 25 m 95 au-dessus du niveau de la mer. Le projet, présenté Sénat américain que sur la promesse, faite par le Sénateur Knox, que

verse l'isthme de Panama et découvre l'autre mer, celle qu'il nomme la mer du Sud. C'est le Pacifique dont la côte court de l'Est à l'Ouest dans cette région. Son ambition est de réaliser la deuxième partie du rêve de Colomb. Il a trouvé la mer qui le conduira à l'Inde. Mais il veut trouver le détroit qui va de l'Atlantique à cette mer nouvelle. Pour le chercher, il construit des caravelles sur le Pacifique. Mais au moment de les utiliser survient la deuxième tragédie de l'iniquité humaine. Pedro Arias, gouverneur de la Côte Ferme, fait assassiner Balboa dans la forêt des lois. Son crime, comme celui de Colomb, avait été de servir l'humanité. Il le paya de sa tête. Il fut exécuté en 1517 pour soi disant haute trahison. Une année après, en 1518, Pedro Arias fondait la ville de Panama.

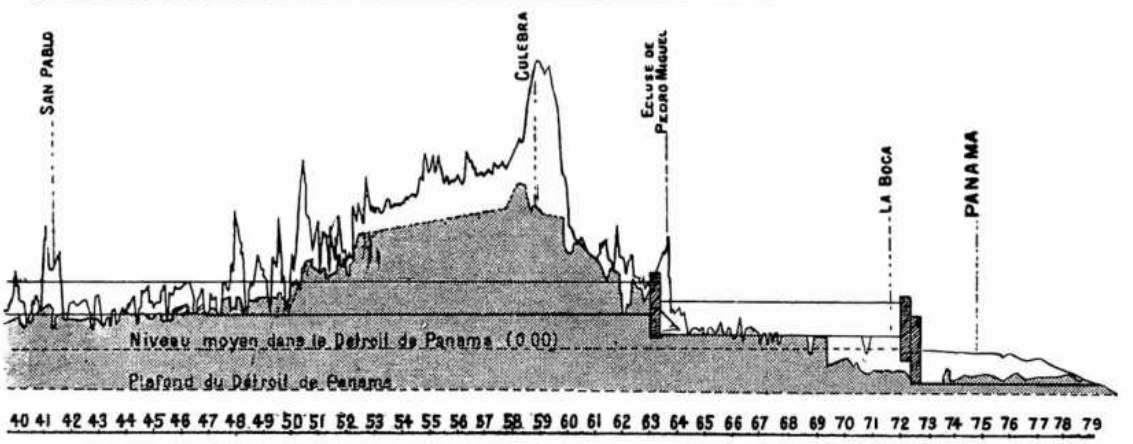
Mais l'idée du détroit hantait désormais l'humanité. Le 15 octobre 1584, Fernan Cortez, qui venait depuis trois ans à peine de conquérir le Mexique, écrivait de Temixtitan (Mexico) à Charles-Quint :

« Comme je suis informé du désir qu'a votre Majesté de connaître le secret de ce Détroit et que je sais le grand service qui serait rendu à Sa Couronne Royale par cette découverte, je laisse en arrière tous les autres avantages et intérêts que j'ai par ailleurs pour m'engager dans cet autre chemin..... parce qu'il est dans l'opinion de beaucoup de pilotes que dans cette baie débouche un Détroit allant à l'autre mer,



LE PROJET PRÉSENTÉ PAR M. P. BUNAU-VARILLA, COMPORTANT D'ABORD LA CONSTRUCTION

Comme nous l'avons vu ci-dessus, le canal de Panama, actuellement à écluses, sera transformé fallait pour établir le plus rapidement possible un canal provisoire à écluses qui aurait permis de M. P. Bunau-Varilla, aurait présenté cet avantage, car il comportait d'abord l'exécution



SUIVANT LE PROJET ÉTABLI PAR M. GODIN DE LÉPINAY, MAIS NON TEL QU'IL DEMEURERA

d'écluses situées, en partant du Pacifique vers l'Atlantique, à Gatun, à Pedro Miguel et à La Boca. comme perpétuel avait été rejeté par la Commission sénatoriale du canal. Il n'a été accepté par le le canal sera transformé en détroit, c'est-à-dire en canal à niveau.

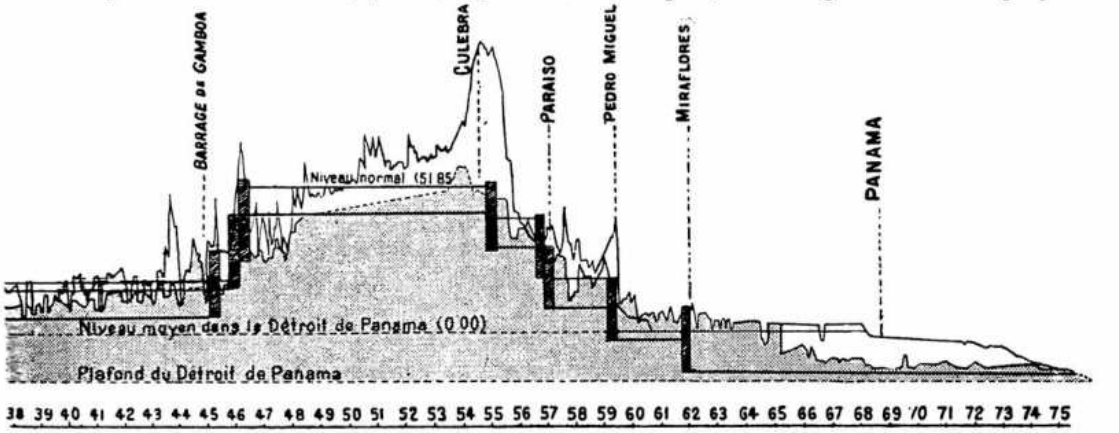
qui est la chose que dans ce monde je désire le plus découvrir. »

Au cours de l'année 1525 les espérances de Fernan Cortez s'évanouirent. De 1492 à 1525, depuis le départ de Colomb à la recherche de la route de l'Asie par l'Ouest jusqu'aux recherches infructueuses du détroit de Fernan Cortez, il s'est écoulé trente-trois ans. C'est exactement le même laps de temps qu'il aura fallu, quatre siècles plus tard, pour forger le dernier anneau de la chaîne de l'Europe à l'Asie et transformer les 80 kilomètres d'isthme en voie navigable.

LA PÉRIODE PRÉPARATOIRE A L'ATTAQUE DE LA GRANDE ŒUVRE

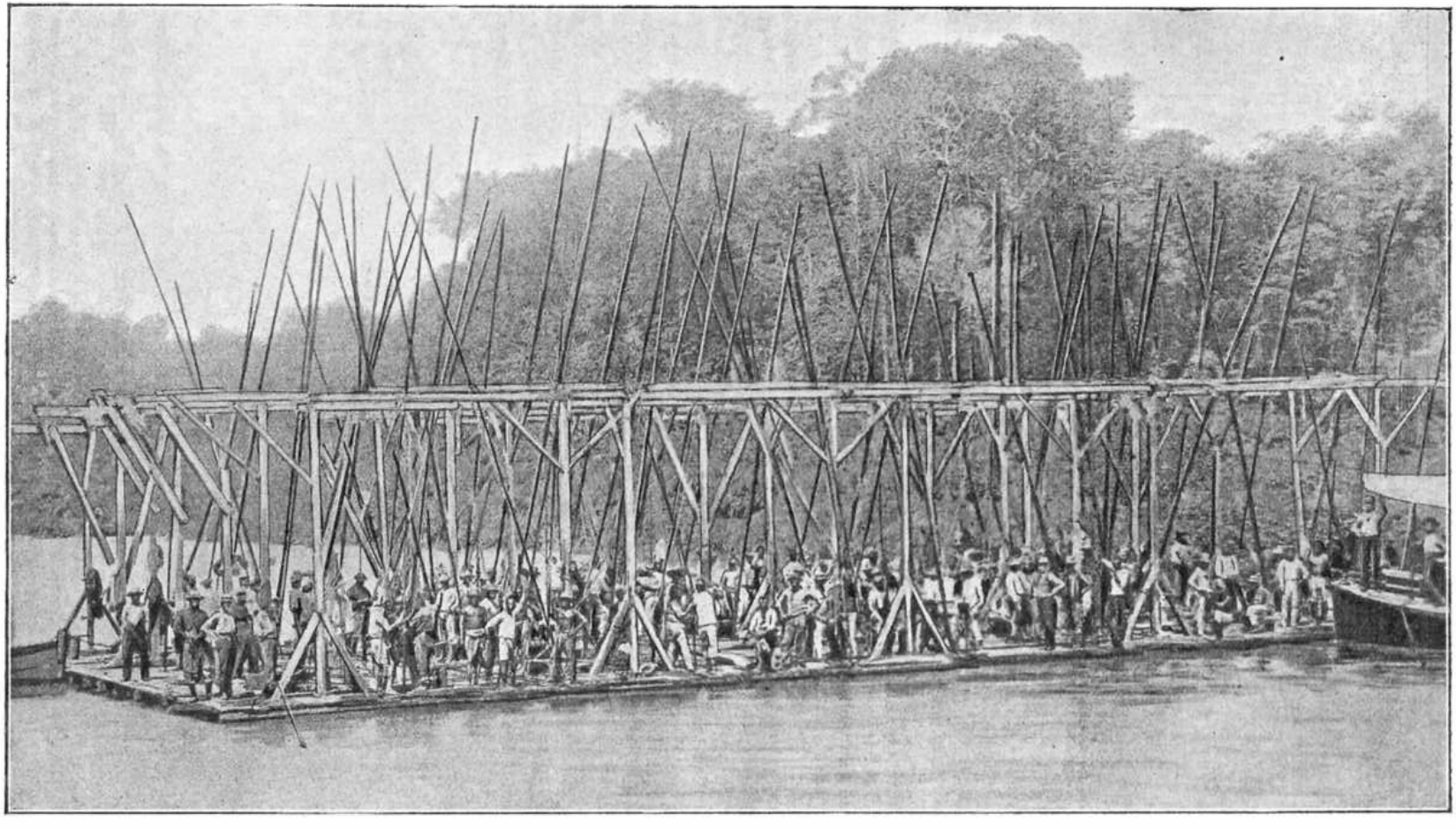
La question reste en suspens jusqu'au deuxième quart du XIXe siècle. En 1826 le chargé d'affaires des Etat-Unis à Nicaragua est invité à fournir toutes les informations au président : les Etats-Unis pensent à Nicaragua. En 1843, le gouvernement français envoie un ingénieur des mines, Napoléon Garella, faire un projet de canal à travers l'isthme de Panama : la France pense à Panama.

En 1849 se constitue la Compagnie Américaine du Canal Maritime Pacifique-Atlantique, pour la construction du canal de Nicaragua. En 1850, les Etats-Unis et l'Angleterre signent le traité Clayton Bulwern pour déterminer le régime politique du canal de Nicaragua. En 1851, le colonel Childs, de Philadelphie, est chargé de faire un projet



D'UN CANAL A ÉCLUSES, ASSURAIT L'OUVERTURE AU TRANSIT DANS UN DÉLAI DE TROIS ANS

en canal à niveau. Pourquoi, dans ces conditions, ne pas s'être contenté de creuser juste ce qu'il bénéficier du transit dans un délai relativement réduit? Le projet du détroit de Panama, déposé par d'un canal à écluses dont le bief supérieur eût été à 51 m 85 au-dessus du niveau de la mer.



PRÉPARATION DU ROCHER POUR LE RENDRE DRAGABLE (1885-1888)

Cette photographie montre le système inauguré, en 1885, pour le minage symétrique de la roche noyée, dans le but de la rendre dragable. Cette méthode fut appliquée ensuite par l'entreprise du percement des buttes du Mindi, de préférence à l'excavation à l'air libre. Naturellement les mineurs sont aujourd'hui remplacés par des perforatrices installées sur des pontons.

régulier de canal à travers l'isthme de Nicaragua. Son projet est approuvé par des autorités techniques anglaises nommées par la reine Victoria.

Enfin, en 1869, le gouvernement des Etats-Unis entre nettement dans la lice. Le président Grant, dans son premier message au Congrès, recommande de faire des études définitives pour la construction d'une voie navigable. En 1876, la Commission supérieure américaine chargée de réunir les résultats des missions qui ont parcouru les isthmes de Téhuantepec, de Nicaragua, de Panama, de Darien, et de l'Atrato prononce son verdict.

Elle déclare à l'unanimité que « la route, connue sous le nom de route de Nicaragua, possède, tant pour la construction que pour l'entretien d'un canal, de plus grands avantages et offre moins de difficultés que n'importe quelle autre route, en se plaçant au point de vue soit technique, soit commercial, soit économique ».

A ce moment les chemins sont absolument libres, il n'y a aucune concession donnée, aucun intérêt engagé d'un autre côté. Les ingénieurs américains se prononcent en toute liberté d'esprit. Ils sont séduits par les apparents avantages de Nicaragua; ils sont effrayés par les énormes obstacles de Panama. Ils affirment solennellement leur choix, il est pour Nicaragua déjà élu par les financiers, les diplomates américains, un quart de siècle auparavant, en 1850. Cette préférence pour Nicaragua a duré jusqu'aux premières années du xx^{e} siècle. On voit combien il est parfaitement stupide d'affirmer comme on l'a fait que la préférence des Américains pour Nicaragua avait été inventée récemment pour acheter à vil prix la concession de Panama.

Le génie français, par contre, reste fidèle à Panama aussitôt que la question est soulevée par la décision de la Commission américaine. M. de Lesseps est nommé président d'un comité qui se forme au sein de la Société de Géographie à Paris. Il réunit un Congrès international en 1879 pour étudier les différentes solutions du problème isthmique.

Ce congrès vote à une énorme majorité pour le canal à niveau à Panama et rejette le canal à écluses de Nicaragua.

Après une émission infructueuse en 1879, M. de Lesseps forme, en 1881, la Compagnie Universelle du Canal interocéanique de Panama. La période de l'activité commence. La guerre est déclarée à la Nature. Le grand problème de l'emplacement du canal a reçu sa solution : c'est la solution française à Panama.

Mais la nature oppose obstacles sur obstacles. De grands entrepreneurs, Couvreux et Hersent, avaient évalué à 75 millions de mètres cubes le volume à excaver pour le canal à niveau et à 512 millions le coût de l'exécution. Ils avaient entrepris l'œuvre. Leurs agents succombent comme des mouches. Ils lâchent pied et résilient leur contrat fin 1882.

M. Charles de Lesseps, le lieutenant de son père, n'a, comme lui, qu'une ambition : réaliser le canal à niveau de Colon à Panama. Il va réorganiser les travaux et part avec le nouveau directeur, M. Dingler, au commencement de 1883.

Le problème de l'exécution du canal à niveau se subdivise en trois :

1° Le problème de l'excavation de la masse énorme de terres et de roches de l'immense fosse navigable;

2° Le problème des courants, si le canal est ouvert des deux côtés. Le Pacifique, à Panama, a, en effet, des marées s'élevant à trois mètres au-dessus et s'abaissant à trois mètres au-dessous du niveau moyen commun aux océans. L'Atlantique, à Colon, n'a, par contre, presque pas de marées, 30 centimètres d'oscillations par rapport au niveau moyen;

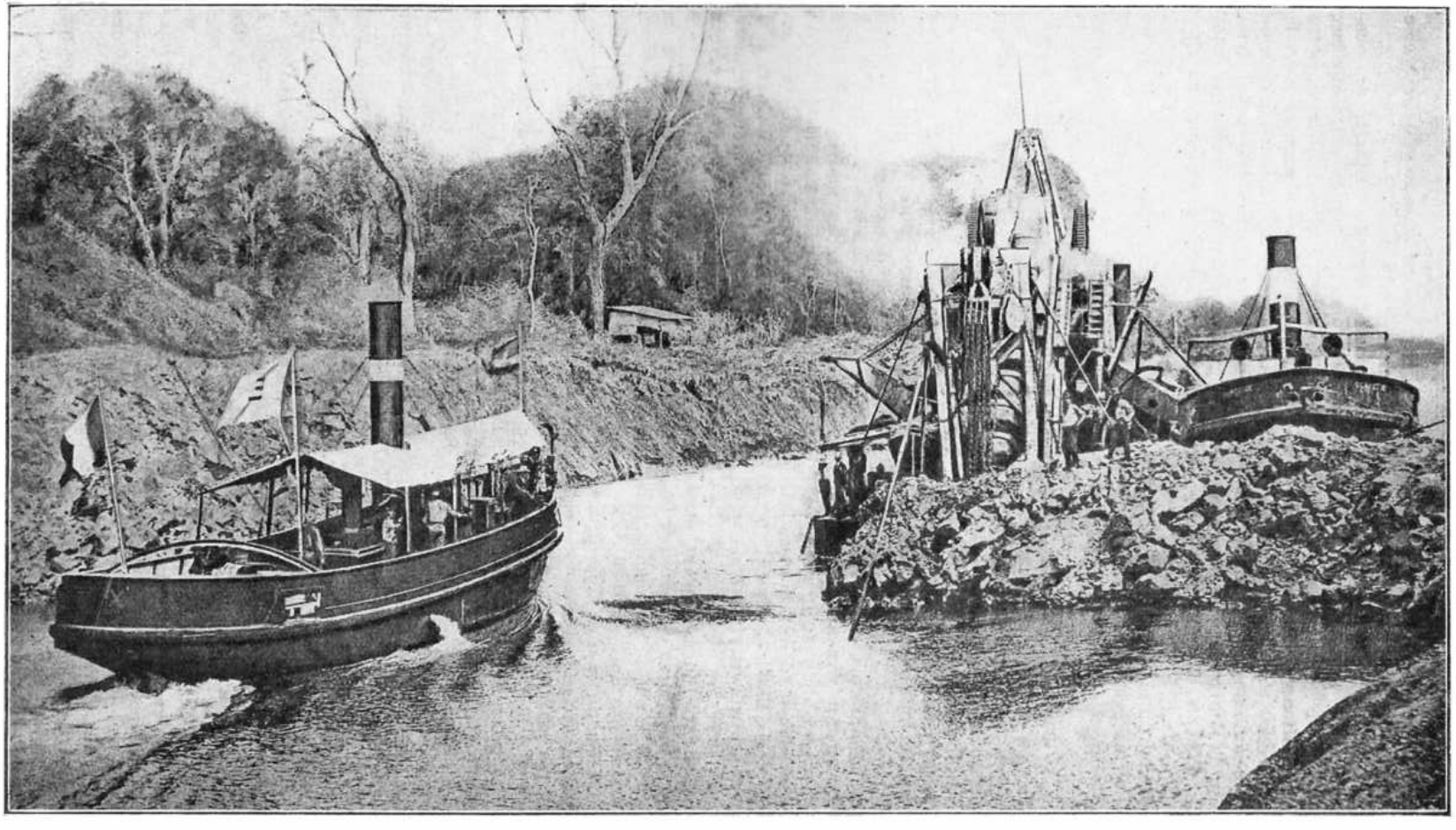
3° Le problème du Chagres. C'est la grande rivière débouchant dans le canal vers le 45^{e} kilomètre à partir de l'Atlantique. Son débit en grande crue est énorme : 1 600 mc à la seconde. Il ne débite à l'étiage que 11 mc.

Comme le canal empruntait toute sa basse vallée, on comprend combien la coexistence d'un pareil fleuve et d'un canal à niveau était difficile.

Le projet mis à exécution par la Compagnie formée par M. de Lesseps fut basé sur les solutions suivantes :

Au problème de l'excavation, il fut donné comme solution l'exécution par excavateurs sur rails, transport des déblais aux décharges par trains. Pour réduire l'énormité de la tâche, on limita la largeur au fond à 22 m, la profondeur étant fixée à 9 m. De plus, on décida d'adopter les talus les plus raides possibles. C'est en se basant sur l'illusion d'une stabilité parfaite des terrains que MM. Couvreux et Hersent purent tout d'abord calculer un volume de 75 millions de mètres cubes.

Le deuxième problème, celui des courants dus aux marées du Pacifique fut résolu en fermant le canal du côté de cet océan par



DRAGUE TRAVAILLANT DANS DU ROCHER MINÉ A TRAVERS LES COLLINES DU MINDI, PRÈS DE COLON, EN 1887

A la suite du succès de la méthode de minage symétrique permettant l'évacuation à la drague du rocher noyé, l'entrepreneur chargé de la tranchée rocheuse du Mindi abandonna le dragage à sec et lui substitua avec profit l'excavation sous l'eau. Ce qui était vrai déjà en 1887 l'est bien plus encore aujourd'hui, grâce aux progrès réalisés dans le brisage mécanique des roches noyées.

des écluses de marées. En supprimant la libre communication entre le canal et le Pacifique, on assurait sur toute la longueur du canal des eaux stagnantes en un niveau constant.

Enfin, le troisième problème, celui du Chagres, était résolu par deux ouvrages différents. On érigeait d'abord un barrage en amont du point où le Chagres pénétrait dans la ligne du canal. Grâce à ce barrage on pouvait emmagasiner les crues du Chagres et ne les écouler que graduellement. Cet écoulement était assuré par une dérivation latérale au canal et sur le côté gauche en allant de Colon à Panama.

Une autre dérivation sur l'autre côté assurait l'écoulement des petits affluents sur la rive droite du canal en allant de Colon à Panama.

Telles étaient les trois solutions données par la Compagnie formée par M. de Lesseps aux trois problèmes soulevés par le projet du canal de Panama.

Une autre solution s'était fait jour au Congrès de 1879. Elle avait été formulée par Godin de Lépinay, ingénieur de grand talent, qui avait été envoyé au Mexique lors de l'expédition française et était familier avec les pays à fièvre jaune. Ce qu'il dit peut s'exprimer comme suit :

« Vous allez être exposés à d'effrayantes difficultés à raison de l'insalubrité du climat. Il faut tâcher de diminuer la grandeur de l'obstacle. Eh bien, si l'océan montait demain 24 mètres plus haut, votre tâche serait énormément allégée. Les basses vallées de chaque côté de l'isthme seraient couvertes par l'eau. Aucun travail de canalisation ne serait à y faire. Quant au massif central, il serait diminué du quart de sa hauteur.

« Eh bien, vous pouvez, disait Godin de Lépinay, arriver pratiquement au même résultat en barrant près des océans respectifs les vallées du Chagres sur l'Atlantique, du Rio-Grande sur le Pacifique, vallées qu'emprunte le tracé du canal. Ces barrages faisant refluer les eaux des rivières, inonderont l'isthme jusqu'à 24 mètres au-dessus de la mer. Tout se passera comme si les océans avaient élevé leur niveau de 24 mètres.

« Vous n'aurez plus qu'à relier à l'aide d'écluses ces lacs avec les océans, puis à percer la Cordillère pour les faire communiquer entre eux et votre communication sera établie.

« Votre tâche s'augmentera des barrages et des écluses, mais elle diminuera dans des proportions bien plus considérables par suite des économies dues à l'élévation des eaux.

« En outre, il n'y aura plus de problèmes de marées, ni de problèmes du Chagres, car ses crues s'épanouiront dans le lac formé à 24 mètres d'altitude. »

Cette solution de Godin de Lépinay, formulée en 1879, fut celle adoptée en 1906 à Washington par le gouvernement américain. Ce sera celle de l'ouverture du canal. Etait-elle juste? Etait-elle fausse? Ce qu'elle renfermait d'exact, c'était de dire que l'addition de travail due à la construction d'une écluse entraînait une diminution incomparablement plus grande pour le travail d'excavation.

Mais alors, pourquoi ne pas pousser plus loin l'économie, pourquoi ne pas élever davantage le plan d'eau dans la traversée si difficile du massif central? Pourquoi en élevant davantage le plan d'eau ne pas réduire encore plus la profondeur de la tranchée dans le massif central?

C'est que Godin de Lépinay concevait ce canal à écluses comme perpétuel et qu'il ne voulait pas l'encombrer d'écluses et rendre par là pour toujours son exploitation lourde et pénible. Godin de Lépinay, pas plus qu'aucun ingénieur à cette époque, n'avait conçu le canal à écluses comme une forme provisoire devant préparer l'exécution du canal à niveau.

Dès mon arrivée dans l'isthme, en 1884, je fus frappé de la grandeur des obstacles à surmonter et de la probable insuffisance des plans et des méthodes alors adoptés. Quel que fût le développement donné aux travaux, on ne pouvait atteindre le but à raison de la cherté et la mauvaise qualité de la main-d'œuvre noire, des pertes terribles dans le personnel blanc par les fièvres tropicales et, en outre, à raison de l'augmentation énorme du cube à enlever due à l'instabilité des terrains dans l'isthme et à la nécessité de prévoir les talus très inclinés au lieu de talus presque verticaux. Tel était le problème en apparence insoluble. La solution donnée par Godin de Lépinay ne valait rien puisqu'elle n'allégeait pas suffisamment l'avenir immédiat et qu'elle condamnait perpétuellement le canal à garder une forme inférieure.

Je résolus de trouver la solution du problème tout en consacrant mon activité à organiser et à développer à leur maximum d'efficacité les méthodes adoptées. Il suffit de jeter les yeux sur trois profils en long du canal avec la traversée du massif central à la cote de 50, à la cote 40 ou à la cote 25, ou au niveau de la mer, pour comprendre l'énorme différence entre les excavations à réaliser.

En réalité et *grosso modo* on peut dire qu'avec le passage à la cote 50 au-dessus de la mer, on économisait près de trois quarts de l'excavation et avec le passage à la cote 25, c'est-à-dire avec le projet de Godin de Lépinay, on n'atteignait pas la moitié.

Mais cet allégement de la tâche ne devait pas hypothéquer l'avenir et il fallait pouvoir, quand l'heure sonnerait, supprimer les écluses et créer le passage au niveau de la mer, sans interrompre la navigation.

L'année suivante m'apporta le plus important élément de la question : la méthode d'excavation.

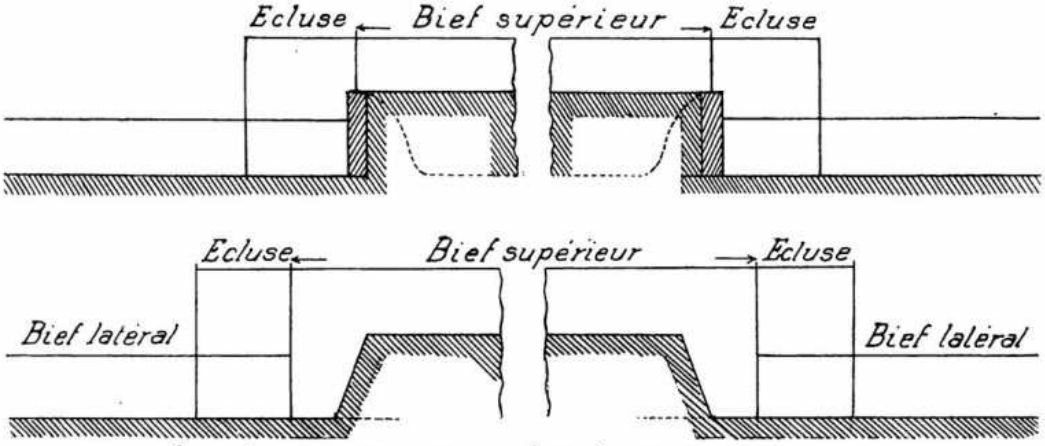
Jusqu'alors la drague avait été tenue comme incapable d'attaquer autre chose que des terrains meubles. Pour attaquer le rocher sous l'eau, on avait recours à des caissons à air comprimé, au fond desquels des ouvriers attaquaient directement le rocher. Cette méthode était énormément coûteuse. Le mètre cube dans nos pays revenait à 30, 40 et même 50 francs. C'était en outre un procédé lent et encombrant, immobilisant entièrement l'espace où se réalisait le travail.

Je me demandai si cette incapacité de la drague n'était pas due à ce qu'on n'avait jamais broyé convenablement le rocher avant de le faire attaquer par la drague. Je me dis que, si le rocher était fissuré et disloqué de façon à se présenter comme un tas de pavés, les puissantes dragues dont nous disposions ne feraient pas de différence entre du rocher ou du sable. La question ainsi posée revenait à fissurer d'une façon parfaitement homogène le rocher noyé.

Je me souvins alors d'une expérience que j'avais faite au polygone d'Arras, comme officier de réserve du génie, avant de partir pour Panama. Elle avait pour but de mesurer la puissance de compression de la dynamite sur des terrains meubles. On forait un trou de trois mètres environ de profondeur dans la terre du polygone et on introduisait trois files contiguës de cartouches de dynamite. L'explosion laissait un puits cylindrique régulier de 60 centimètres de diamètre partout.

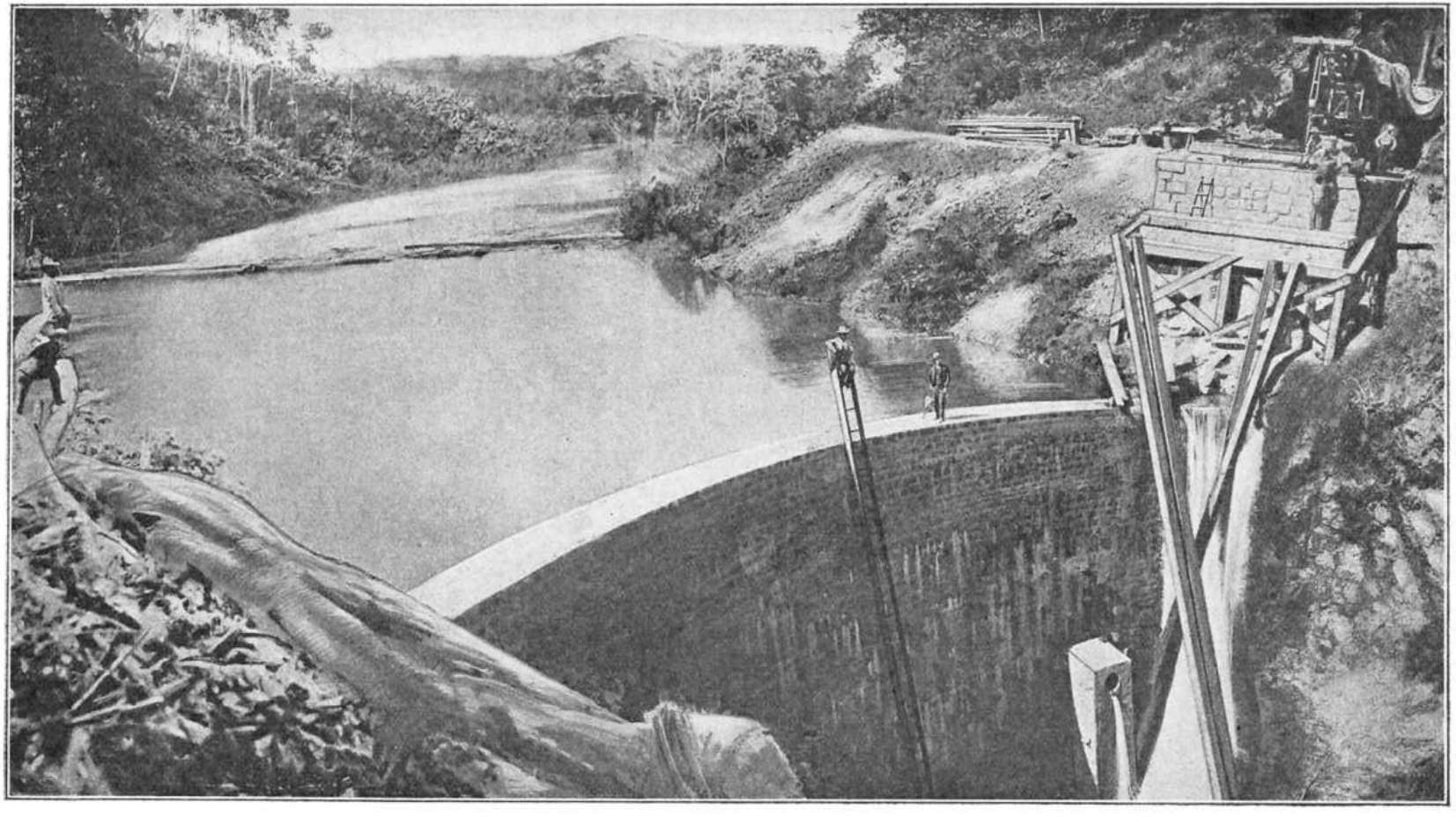
Je conçus que si l'expérience était répétée dans du rocher, il serait fissuré avec la même régularité. De plus, en rapprochant suffisamment ces cylindres de fissuration, il devenait certain que les fissures se rejoignant découperaient la masse en menus fragments. Je fis l'expérience au milieu de 1885, elle réussit admirablement et le prix de revient du rocher sous l'eau fut ce jour-là réduit au prix de l'excavation à l'air libre au lieu d'être cinq fois plus élevé.

Cela devint la méthode bientôt adoptée par l'entrepreneur de l'excavation des collines du Mindi. Il préféra l'excavation par la nouvelle méthode à l'excavation à sec, au-dessous de la mer, à l'aide d'épuisements. S'il le fit, c'est qu'il y trouvait son bénéfice. Dès lors, l'outil de l'excavation du canal à écluses était trouvé, c'était la drague Dès lors elle pouvait élargir d'abord la tranchée puis l'approfondir de deux mètres, par



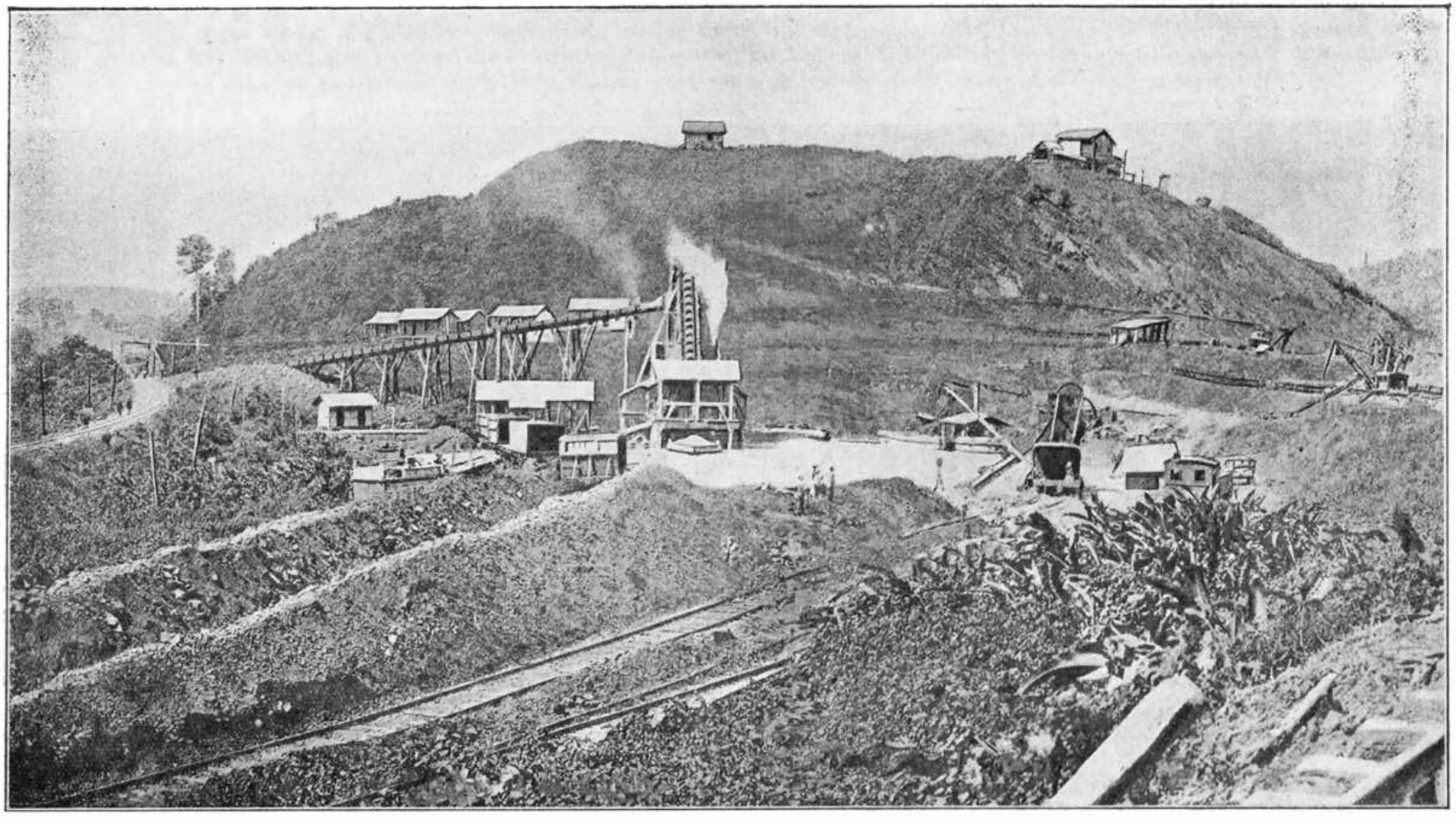
COUPES D'UNE ÉCLUSE ORDINAIRE ET D'UNE ÉCLUSE DU TYPE BUNAU-VARILLA

Pour faciliter la transformation d'un canal à écluses en canal à niveau, il est indispensable de donner aux portes du bief supérieur une disposition spéciale. Si celles-ci étaient établies, comme à l'ordinaire, sur le talus à raser, il faudrait les démonter au cours des travaux, ce qui interromprait le service. Au contraire, en faisant reposer ces portes sur le fond du bief inférieur, on peut procéder à l'approfondissement sans les déplacer, et sans gêner la circulation des navires.



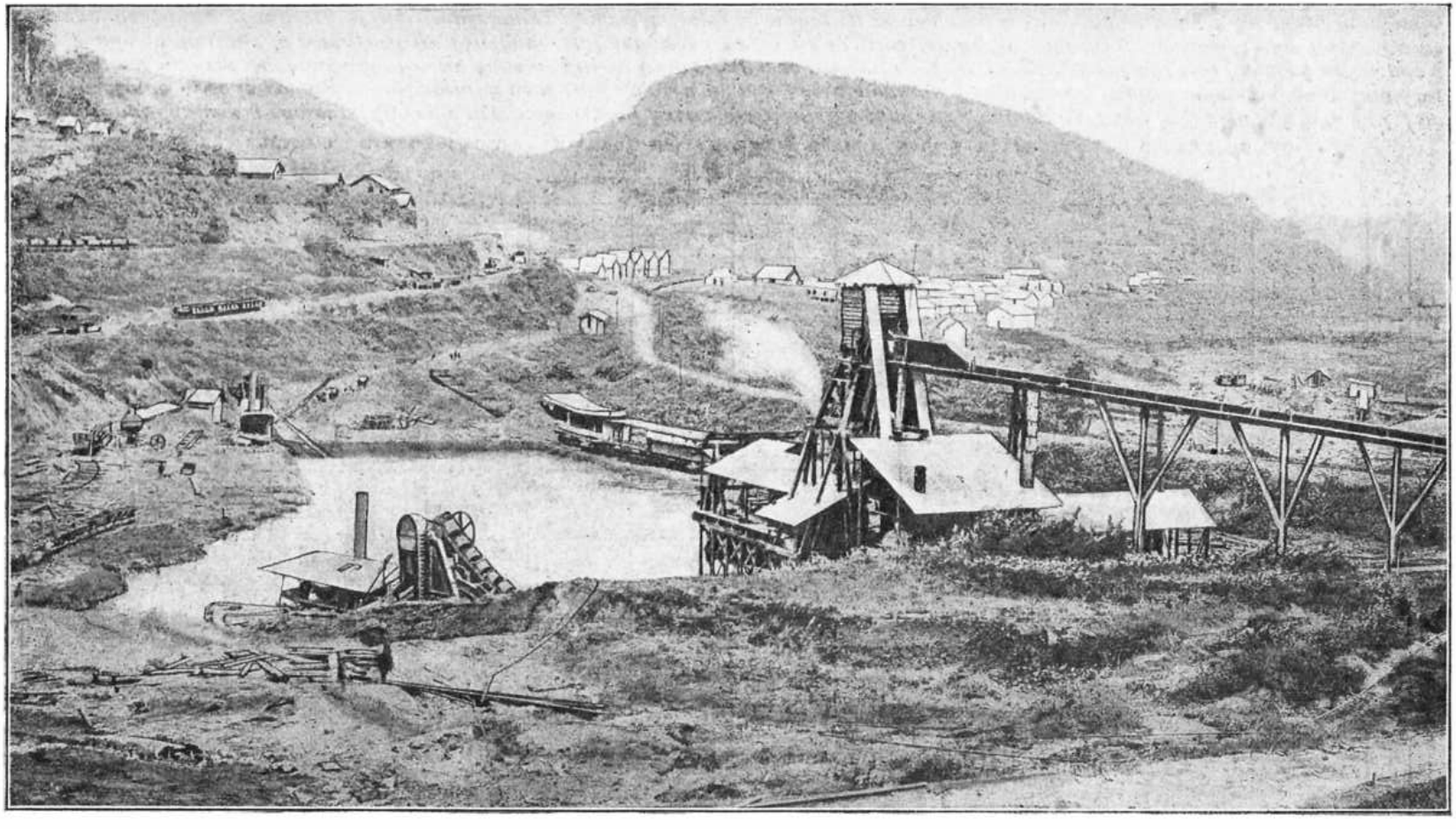
UN BARRAGE PROVISOIRE, ÉTABLI IL Y A VINGT-CINQ ANS PAR LES FRANÇAIS, EST ENCORE UTILISÉ AUJOURD'HUI

Ce barrage à travers le Rio-Grande, construit très légèrement, est situé à 1000 mètres environ de la Culebra; il permettait de relever les eaux de la rivière à 6 mètres au-dessus du niveau du bassin artificiel de dragage, établi pour faciliter l'excavation. Le réservoir ainsi formé, qui était relié par un siphon au bassin, sert aujourd'hui à alimenter d'eau potable la ville de Panama.



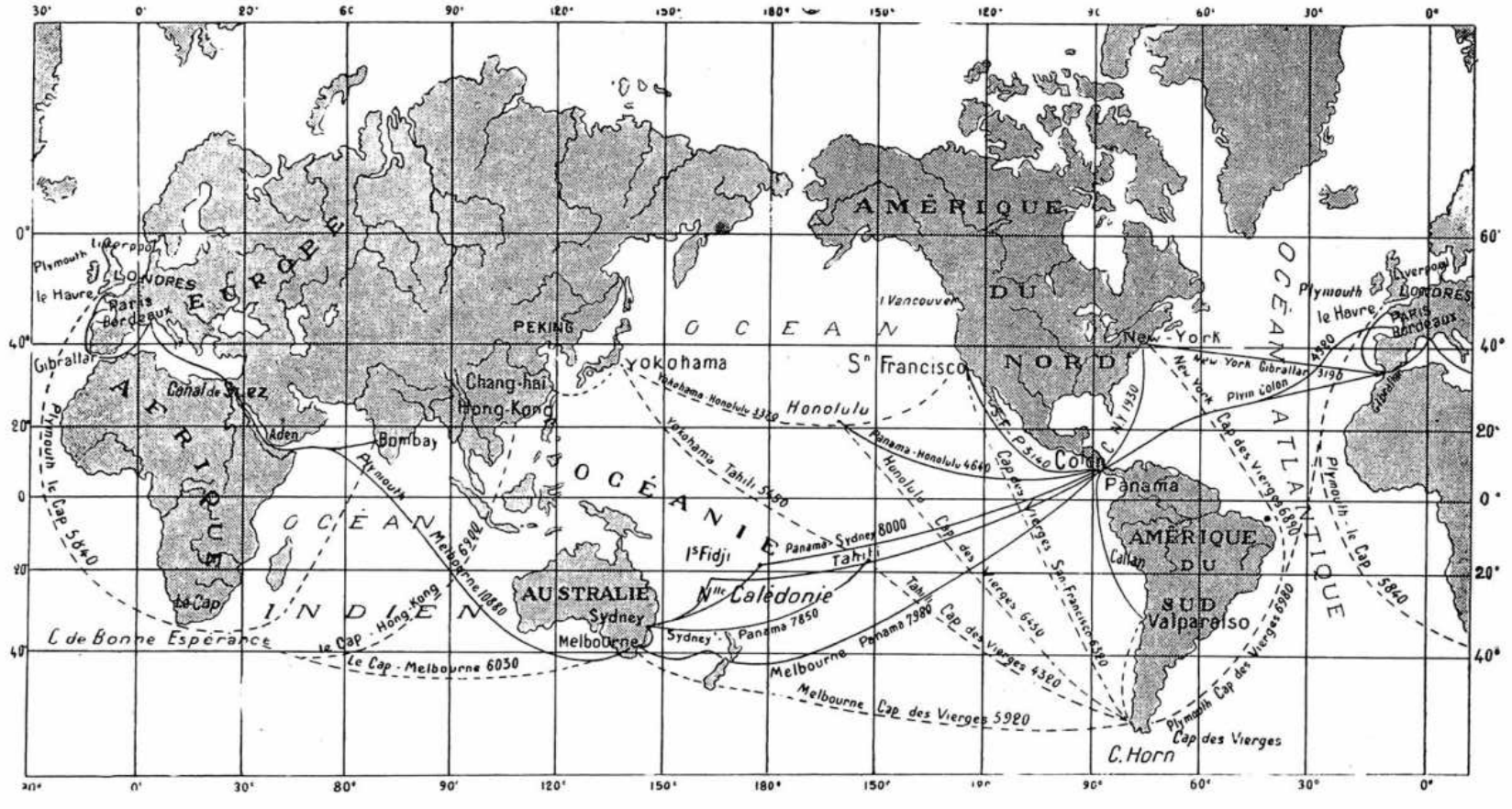
INSTALLATION DU DRAGAGE DE LA CULEBRA DANS UN BASSIN, OU LAGON, CRÉÉ A FLANC DE COTEAU

Le dragage à sec étant infiniment lent, pénible et coûteux, les Français y substituèrent le dragage sous l'eau, plus rapide et plus économique. A cet effet, ils noyèrent les terres à excaver dans un bassin alimenté par les eaux du Rio-Grande, retenues par un barrage, à 1 000 mètres environ de la Culebra. Les terres extraites étaient déversées dans des chalands, puis rechargées dans des wagons.



VUE DU BASSIN ARTIFICIEL DE DRAGAGE ÉTABLI SUR LES FLANCS DE LA CULEBRA EN 1888

A cette époque, les premières installations de dragage étaient faites et l'excavation commencée La drague qui vient de commencer son travail a déjà mordu les bords du bassin artificiel que l'excavateur a creusé. L'eau qui remblit ce bassin est amenée par un siphon. Elle provient d'un lac formé par un barrage établi à travers le Rio-Grande.



EN PERÇANT LE CANAL DE SUEZ ET LE CANAL DE PANAMA, LE GÉNIE HUMAIN A RAPPROCHÉ LES CONTINENTS

Le canal de Suez a raccourci la route des Indes et de l'Extrême-Orient. Le canal de Panama assurera la jonction étroite de l'Asie et de l'Océanie avec le continent européen. Il nous rapprochera de nos possessions du Pacifique et Tahiti deviendra un grand port escale où nos navires de commerce et notre flotte de guerre trouveront à se ravitailler. Très probablement aussi, il donnera naissance à une grande nation sur la côte Nord du Pacifique, qui comprend la partie la plus fertile du continent américain, elle jouit comme l'Europe de pluies régulières et de températures modérées, mais se trouve en retard, trop isolée jusqu'à présent du reste du monde.

exemple. On pouvait facilement réserver à la circulation des navires la moitié de la largeur de la voie d'eau pendant que les dragues, les chalands et les appareils de minage occupaient l'autre moitié.

Une fois l'approfondissement accompli, on pouvait diminuer de deux mètres l'altitude des ouvrages de retenue d'eau; dès lors on aurait de cette façon abaissé de deux mètres le niveau supérieur du passage, le niveau de l'eau du bief supérieur. Rien n'empêchait de recommencer cette opération et d'abaisser à nouveau de deux mètres et ainsi de suite.

Mais, dira-t-on, que deviennent les écluses dans ces approfondissements successifs suivis d'abaissement de niveau? Il est facile de voir que ce serait impossible avec le type ordinaire. Beaucoup d'ingénieurs en ont été convaincus et ont soutenu que la transformation était impossible.

La solution que j'ai donnée en 1885 à ce problème le résout intégralement. Il suffit de faire, pour l'écluse, des portes d'amont égales aux portes d'aval et d'abaisser au niveau du fond de l'écluse le fond du bief supérieur sur une centaine de mètres à l'amont de l'écluse.

Dès le milieu de 1885 j'avais donc les deux solutions essentielles qui permettaient d'alléger la tâche en recourant aux écluses, mais sans rien abandonner du projet final, le canal au niveau de la mer.

D'autre part, en différant son exécution, on se donnait la latitude de rechercher les perfectionnements suffisants pour élargir le but de tant d'efforts.

Comme on n'était plus pressé par le temps, on pouvait concevoir pour la jonction définitive une voie autrement large que le canal alors en exécution. On pouvait cesser de le concevoir avec 22 mètres de largeur, fermé par des écluses sur le Pacifique et séparé du Chagres coulant dans une dérivation artificielle. On pouvait le concevoir large de 150 à 200 mètres, c'est-à-dire suffisamment ample pour recevoir les crues du Chagres et les marées du Pacifique.

Mais c'étaient là des contingences d'avenir que j'eus soin de ne pas développer pour ne pas me faire traiter de fou dangereux. Ce qu'il fallait, c'était sauver cette œuvre précieuse et le salut était là. Mais avant de proposer un aussi radical changement de front, il fallait dégager encore une formidable inconnue, celle de la tranchée de la Culebra. A la fin de 1885, tout le plan des travaux était organisé. En janvier 1886, j'obtenais un rendement de 1 068 000 mètres cubes avec un effectif de 15 000 hommes environ. Seuls les chantiers de la Culebra avaient donné des résultats décevants. Dès la saison des pluies les éboulements détruisaient tout. Je résolus d'attaquer tout spécialement ce grand problème et, grâce à une modification dans le système des décharges, je pus supprimer leurs éboulements et mettre en état de lutter dans l'intérieur de la tranchée.

Au début de 1887, j'étais certain que le problème de la Culebra était résolu et que l'on pourrait, en 1891, avoir ouvert la tranchée avec un fond à 40 mètres environ au-dessus de la mer, c'est-à-dire avec le niveau du canal à 50 mètres. Mais, en même temps, je résolus d'appliquer l'excavation par drague à la Culebra elle-même pour familiariser les esprits avec l'idée nouvelle.

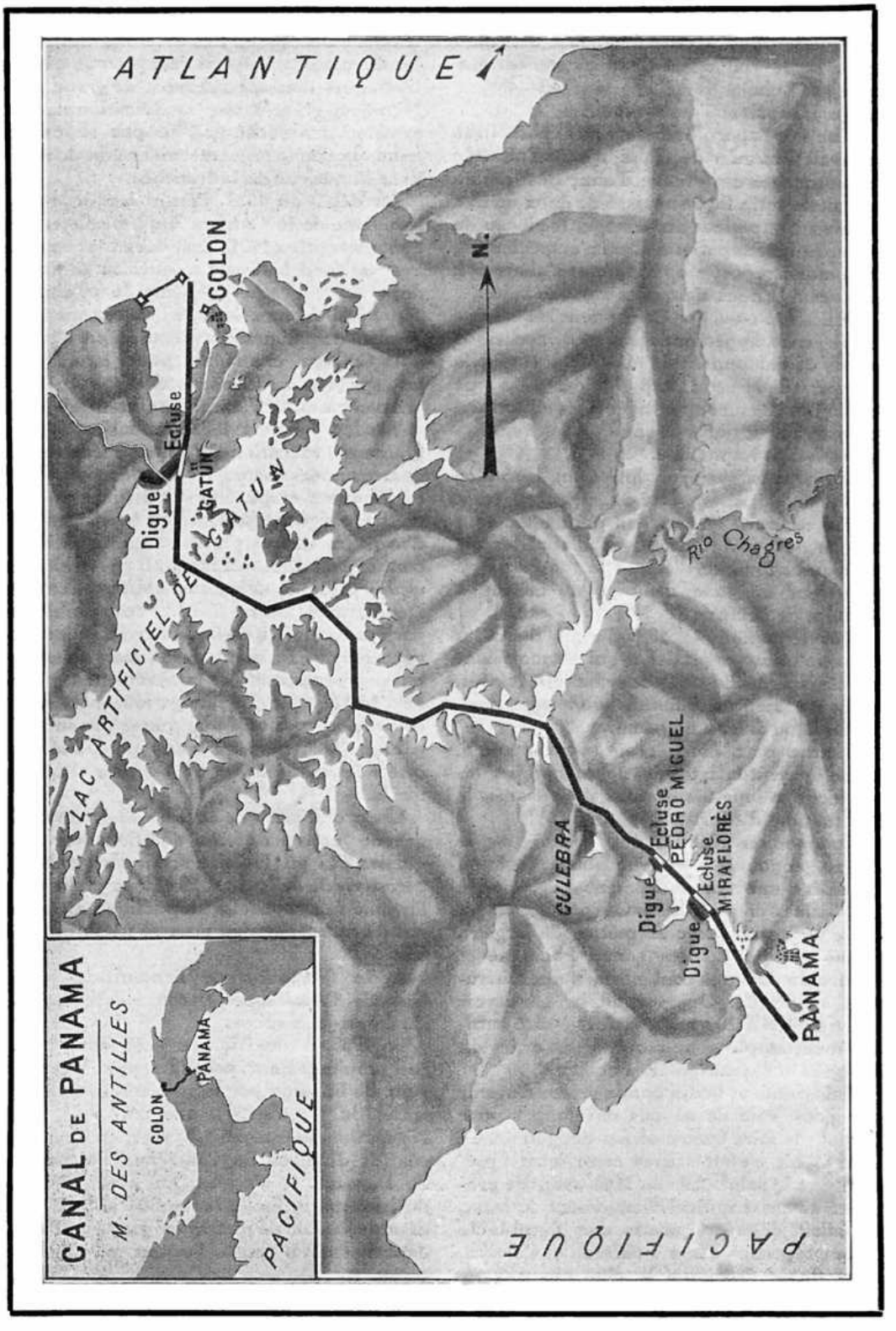
Au cours de 1887, mes idées furent adoptées et dès le 1er janvier 1888 l'exécution du programme d'exécution du canal à écluses en quatre années commença. En décembre 1888 la première étape était franchie avec une méthode rigoureuse. On était certain en 1890 d'avoir les écluses prêtes et une ligne d'eau continue d'un océan à l'autre. Il ne restait plus que 30 millions de mètres cubes à excaver. Depuis trois ans on faisait douze millions par an. Au milieu de 1891 l'œuvre était achevée sous une forme modeste, mais réservant un glorieux avenir et entièrement adaptée aux besoins de la navigation mondiale à cette époque. C'est alors que se produisit la panique financière qui nous a coûté la propriété de cette œuvre, c'est-à-dire dix milliards.

Les problèmes que souleva la chute de la grande entreprise, les solutions par lesquelles j'ai pu la faire sortir du tombeau, tuer sa rivale de Nicaragua et faire jaillir dans l'isthme une nouvelle République ne sont pas d'ordre technique et ne se traiteront pas ici.

Après l'adoption de l'enfant du génie français, l'Amérique se trouva embarrassée sur le projet à suivre.

En 1905, la question se posa dans toute son ampleur. Peu après la reprise des travaux de Panama par le gouvernement américain, le 4 mai 1904, une tendance vers l'exécution du canal à niveau, exactement sur les données de l'ancienne Compagnie de Panama, se fit jour. En avril 1905, la décision parut prise. Je considérai qu'il était de mon devoir de mettre en garde le Président Roosevelt contre l'erreur qui allait se commettre.

Il réunit au mois de septembre une réunion appelée le Consulting Board International à Washington. Il y avait un délégué pour


ATLANTIQUE
COLON
Ecluse
Digue
LAC ARTIFICIEL DE GATUN
GATUN
N.
Rio Chagres
CULEBRA
Digue
Ecluse
PEDRO MIGUEL
Digue
Ecluse
MIRAFLORES
PANAMA
PACIFIQUE
CANAL DE PANAMA
M. DES ANTILLES
COLON
PANAMA
PACIFIQUE

chacun des gouvernements français, anglais, allemand, hollandais, l'ingénieur Conseil du Canal de Suez, plus huit délégués du gouvernement américain. Lorsque j'eus à développer mes vues devant ce congrès solennel, je n'avais, en somme, qu'à répéter les solutions qui avaient, en 1887, transformé une impossibilité en réalité tangible. Mais, dans l'intervalle, les progrès de l'industrie avaient marché.

Les nécessités du canal de Suez avaient provoqué l'emploi et le développement de ma méthode d'excavation du rocher noyé par la drague. Mais, au brisage par explosifs, on avait substitué, par mesure de sécurité, le brisage mécanique (1). Il s'opère avec une masse d'acier en forme de pieu de 12 à 15 et même 20 tonnes. On la soulève de 2 à 3 mètres, et la pointe amovible qui la termine brise la roche en retombant. On frappe quatre coups à la minute et il se forme un entonnoir de 0 m 75 de profondeur. En faisant ces trous à une distance de 1 m 20 d'axe en axe, on désagrège et on rend dragable toute la masse sur une épaisseur de 0 m 60.

L'emploi de cette machine permettait au Canal de Suez de rendre dragable la roche, moyennant le prix infime de 1 fr. 65 le mètre cube. En outre, entre 1887 et 1905, toute la science de l'électricité s'était développée, apportant avec elle le facile transport des forces et l'emploi gratuit de la puissance mécanique des chutes d'eau. Enfin, les dragues avaient fait d'énormes progrès, leur puissance d'excavation avait, pour un nombre pour ainsi dire égal d'hommes, triplé et même quadruplé.

Ces progrès me permettaient nettement de donner la solution intégrale du problème posé devant l'humanité depuis 1524, depuis que Cortez était parti à la recherche du « Secret du Détroit ».

« Faites, disais-je, un canal à écluses, ayant son bief de partage à 40 ou 50 mètres au-dessus de la mer, mais concevez-le seulement comme l'organe du creusement du « Détroit de Panama ».

« Barrez le Chagres à Gomboa avant son entrée dans la ligne du canal. Le lac qui se formera à l'amont renfermera, pour le niveau de 60 mètres au-dessus de la mer, plus de deux milliards de mètres cubes d'eau. Il est donc assez ample pour qu'on y jette les 450 millions de mètres cubes que comporte l'exécution du détroit.

« Il suffit de relier ce lac artificiel avec le bief supérieur, par une échelle d'écluses, pour y vider le produit des dragages de ce bief supérieur. Il suffit que les chalands recevant les produits des dragages, recueillent, par un trolley, l'énergie électrique pour cheminer de la drague jusqu'au pied des écluses.

« D'autre part, les chutes du Chagres déterminées par la création du barrage fourniront l'énergie nécessaire au brisage des roches, au dragage des roches brisées, au transport des masses draguées, enfin à l'élévation de ces masses, depuis le niveau du bief supérieur jusqu'à celui du lac. C'est lui qui fournira la voie gratuite sur laquelle circuleront briseuses de roches, dragues et chalands; c'est lui qui fournira le dépôt immense des déblais.

« Ce sera donc le Chagres convenablement harnaché qui exécutera l'œuvre tout entière. Ce sera le fleuve qui, après avoir effrayé l'humanité depuis quatre siècles deviendra l'instrument providentiel de l'exécution du canal et cela sur une échelle tellement large qu'on peut désormais exécuter non plus un canal, mais bien un véritable *détroit* large de 150 mètres au fond et de 180 mètres à la ligne d'eau.

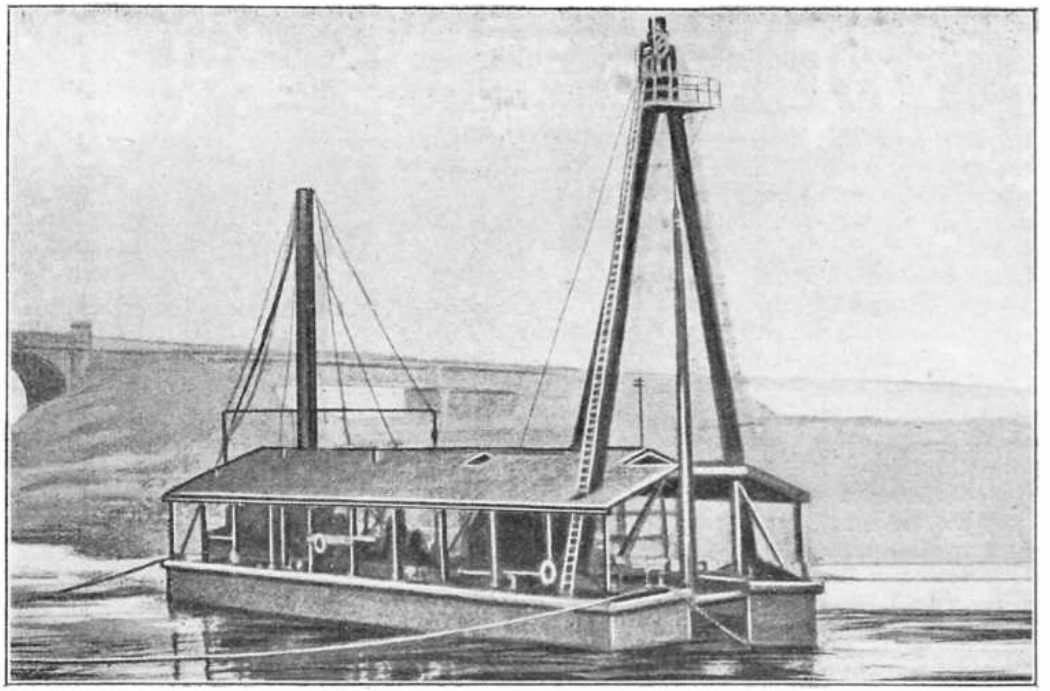
« C'est là le « Secret du détroit » que Fernan Cortez s'engageait envers Charles-Quint à chercher. Le XIX^e^ siècle l'a trouvé dans l'hydraulique de l'isthme, alors que les siècles précédents l'avaient cherché dans sa géographie physique. »

La formule définitive de la solution du grand problème était dans ces mots. Ce serait bien mal connaître l'esprit humain que de penser que l'énoncé de la vérité suffise à la faire reconnaître et proclamer.

Le Board Consultant tout entier condamna ces idées comme d'abominables hérésies. Il termina l'histoire de la route de l'Europe à l'Asie vers l'Ouest comme le collège de Salamanca l'avait commencée. Le Board Consultant International déclara irréalisable le large détroit creusé par la drague, parce que le brisage de la roche devait, d'après lui, coûter 15 fr. 65 le mètre cube et parce que la drague ne pouvait, d'après lui, convenir que pour des terrains meubles.

Un an et demi après, cette solennelle affirmation de l'erreur et du préjugé scientifique reçut le plus sanglant démenti. A la conférence annuelle de l'Institution des ingénieurs civils, des rapports établirent que le prix effectif avait été non pas de 15 fr. 65 mais bien 1 fr. 65 au canal de Suez, 1 fr. 65

(1) Voir la *Science et la Vie* numéro 10, pages 78 et 79.



LA DÉROCHEUSE LOBNITZ DÉSAGRÈGE LES FONDS MÉCANIQUEMENT

Pour rendre les roches des fonds accessibles au travail de la drague, on avait d'abord imaginé de les briser par des explosions de dynamite. Cette méthode a été abandonnée par mesure de prudence. L'appareil que nous figurons ici attaque la roche par la chute d'un pieu d'acier, pesant jusqu'à 20 tonnes. La pointe de ce pieu, seule partie qui se détériore, est amovible.

au port de Blythe et 9 fr. 80 au canal de Manchester; depuis, sur le canal de Panama lui-même, ces prix reçurent une nouvelle et éclatante confirmation. A mes invocations à l'expérience à propos des éboulements à craindre pour la tranchée de la Culebra, le Board Consultant répondit que le terrain tiendrait au talus de 1 de base pour 4 de hauteur, c'est-à-dire presque verticalement. Le résultat de ce sot entêtement a été des éboulements gigantesques qui compromettent aujourd'hui la date de l'ouverture.

Finalement, la nature impose des talus de 4 horizontal pour 1 vertical. C'est-à-dire des talus presque horizontaux.

Comme je l'avais prévu, les terrains furent stables jusque vers le moment où l'on descendit au-dessous de la cote 30, ce qui eut lieu en 1909. Jusqu'au 31 juillet 1909, il n'y eut pour les excavations d'éboulements que 8,5 °/₀ de la masse excavée dans le terrain vierge.

De juillet 1909 à juin 1910,		on a	17 °/₀
» 1910	» 1911,		36 °/₀
» 1911	» 1912,		53 °/₀

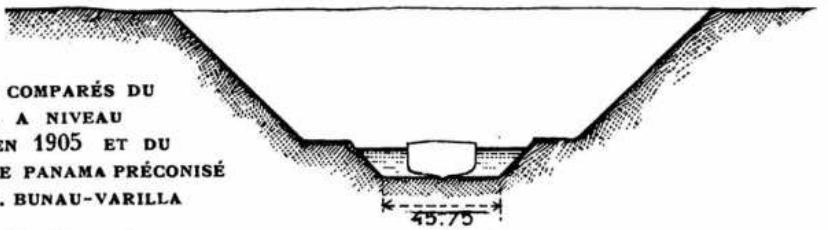
J'avais, dès 1906, publiquement annoncé que le creusement à sec de la Culebra jusqu'à 12 mètres au-dessus de la mer, c'est-à-dire pour le canal ayant son plan d'eau à la cote 25, ne pourrait se réaliser dans le temps prescrit. Malgré les démentis réitérés que m'infligèrent les hommes, la nature me donna raison cette année : le travail à sec a dû être abandonné car il ne permettait pas de finir le travail en 1914. L'emploi de la drague tant honni lui a été substitué pour sauver la situation.

Après s'être remis d'accord sur le maintien et la défense de ces erreurs : 1° le prix du rocher excavé sous l'eau; 2° la stabilité des terrains de la Culebra, le Board Consultant International se subdivisa en deux groupes ennemis :

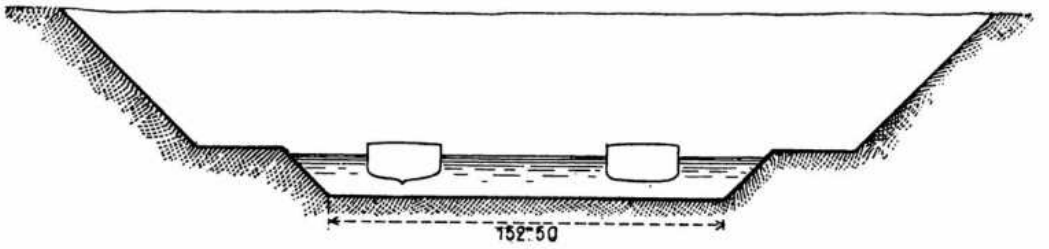
1° Tous les ingénieurs européens, plus trois ingénieurs américains, c'est-à-dire la majorité, vota le canal à niveau excavé à sec et fermé par des écluses de marée sur le Pacifique. C'était, aux dimensions près, exactement le projet voté par la majorité du congrès de 1879, et qui forme la base de la Compagnie formée par M. de Lesseps;

2° Cinq ingénieurs américains votèrent

PROFILS COMPARÉS DU CANAL A NIVEAU PROJETÉ EN 1905 ET DU DÉTROIT DE PANAMA PRÉCONISÉ PAR M. BUNAU-VARILLA



La première de ces deux coupes se rapporte au projet de canal adopté par la commission isthmique de 1905. La profondeur prévue (10 m 67) aurait été insuffisante pour le tirage des paquebots modernes.



La seconde coupe est relative au « détroit de Panama » (projet Bunau-Varilla). Large de 152 m 50 et profond de 15 m 85, ce canal grandiose serait praticable, non seulement pour les énormes navires actuels, mais même pour ceux plus grands encore qui seront sans doute lancés à l'avenir.

pour un canal à lac avec un niveau de 25 mètres d'altitude. C'était le projet Godin de Lépinay proposé au Congrès de 1879, comme le canal à niveau creusé à sec.

Les conclusions de 1906 sont donc les mêmes que celles de 1879.

Rien de ce que l'expérience avait enseigné pendant le quart de siècle écoulé entre ces deux dates n'avait été admis. L'imperturbabilité de l'esprit dogmatique dans la science n'a jamais eu un plus évident exemple.

C'est le dernier projet, le projet Godin de Lépinay, qui s'achève en ce moment. Ses rédacteurs comme son inventeur primitif l'avaient rêvé perpétuel. Mais le Sénat américain, en 1906, ne le vota que sur la promesse formelle qu'il serait transformé en détroit. C'est donc le projet que j'avais présenté qui fut admis et appelé le vrai canal à niveau. C'était le détroit obtenu par la transformation d'un premier canal à écluses. Le Sénat l'exigea implicitement.

L'inconvénient certain de ce projet aura été de dépenser en pure perte un milliard de trop et d'avoir perdu quatre ans au moins. L'inconvénient éventuel aura été d'exposer cette grande œuvre à de terribles dangers dus à l'instabilité du barrage de Gatun. Tout cela aurait pu être évité si l'on avait conçu le premier canal à écluses comme purement provisoire au lieu de le concevoir d'abord comme perpétuel et après de conserver ce même projet, tout en reconnaissant qu'il ne pouvait être perpétuel.

Mais un fait reste, c'est que le canal va être ouvert à l'activité du commerce du monde et qu'il sera sous peu d'années obligatoirement transformé en détroit. L'idée française aura, après tant de luttes et d'efforts, finalement évolué vers le triomphe pour le bien du monde.

Le génie français uni au génie américain aura achevé la plus grande œuvre de tous les siècles et préparé une ère nouvelle dans l'histoire du monde.

Si l'humanité doit être reconnaissante au génie français pour la hardiesse, la hauteur et la précision des limpides solutions qui ont rendu possible cette grande œuvre, elle a aussi contracté une dette considérable envers le génie américain. La noble impartialité montrée par les Américains dans l'appréciation de l'œuvre française, le non moins noble abandon des préférences américaines fixées depuis un demi-siècle en faveur de Nicaragua, une exécution admirable de précision et de dévouement scientifique qui gravera dans l'histoire du monde le nom du colonel Goethals, le grand ingénieur en chef du canal dans la phase américaine, le merveilleux résultat dans l'assainissement de l'isthme obtenu par le génie du colonel Gorgas, qui a su transformer un enfer en un paradis, enfin les dépenses énormes supportées par le trésor public des Etats-Unis, pour le service de l'humanité, sans attrait de bénéfices en dehors du remboursement du principal et des intérêts d'ar-

gent, tels sont les faits qui attireront à l'œuvre américaine le respect et la reconnaissance des peuples.

Le premier janvier 1915, ainsi que les journaux l'ont annoncé hier, l'inauguration officielle du canal de Panama aura lieu. La première étape vers le détroit sera alors franchie, le reste suivra automatiquement.

Le génie français aura accompli sa tâche en dissolvant tous les obstacles et en fournissant toutes les solutions.

Pas une minute pendant les 33 ans qui se sont écoulés depuis la déclaration de la guerre à la nature, il n'a cessé de travailler et de lutter pour la victoire. Quand un homme est tombé, un autre a immédiatement pris sa place et continué la lutte. Il est donc légitime que la grande œuvre qui achève de s'accomplir en ce moment soit inscrite dans le livre d'or de la science française à côté et à la suite des immortelles conquêtes de l'esprit sur la matière dont le génie français a doté l'humanité et dont je vous cite quelques-unes pour terminer :

La chimie avec Lavoisier; la paléontologie avec Cuvier; l'anatomie générale avec Bichat; la médecine expérimentale avec Claude Bernard; l'astronomie mathématique avec Laplace; la zoologie avec Geoffroy-Saint-Hilaire; la minéralogie avec Hauy; la géodosie avec Picard; la microbiologie avec Pasteur; l'aéronautie avec Montgolfier et le physicien Charles; l'aéronautie dirigeable avec Krebs et Renard; la photographie avec Niepce et Daguerre; la sous-marinotie avec Zédé et Romazotti; l'économie politique avec Vauban et Mirabeau; l'art des fortifications avec Vauban; l'utilisation de la vapeur avec Denis Papin; la navigation à vapeur avec Jouffroy de Saint-Abbans; la navigation à hélices avec Sauvage; l'électrométallurgie avec Moissan; le cuirassement des navires avec Dupuy de Lôme; Le système métrique avec Borda, Lagrange et Laplace; la poudre sans fumée avec Vielle; la chimie synthétique des corps organiques avec Berthelot; la géométrie analytique avec Descartes; la science des constitutions politiques avec Montesquieu; la photographie des couleurs avec Lipman; l'art du tissage artistique avec Jacquart; l'égyptologie avec Champollion; la télégraphie sémaphorique avec Chappe; la télégraphie électrique avec Ampère; la radiotélégraphie avec Branly; le gaz d'éclairage avec Lebon; l'électrodynamique avec Ampère; le transport de la force à distance avec Fontaine; les émaux avec Bernard de Palissy; le baromètre avec Pascal; le ciment avec Monniet; l'accumulateur électrique avec Planté; la radioactivité avec Becquerel; le radium avec Curie; la presse périodique avec Renaudot; le transport urbain en commun avec Pascal; les automobiles avec Forest, de Dion, Panhard et Renault; le vol aérien par monoplan avec Blériot; la réunion des mers par canaux à bief de partage et le canal du Midi avec Riquet; la réunion des mers par canaux à niveau et le canal de Suez avec de Lesseps.

Philippe Bunau-Varilla.

ON A INSTALLÉ DES RÉSERVES DE CHARBON SOUS LE CANAL DE PANAMA

Depuis le commencement de la navigation à vapeur, le ravitaillement en charbon des navires de combat, en temps de guerre, a préoccupé les puissances maritimes ; c'est, en effet, pour elles une question vitale. En général, les autorités compétentes veillent à ce que les réserves de charbon établies dans les ports restent constamment intactes.

Le Gouvernement des Etats-Unis a décidé de faire mieux encore. Il a choisi le lit même du canal de Panama pour y installer les approvisionnements de sa flotte.

Sitôt cette décision prise, on a profité de la présence au fond des tranchées du matériel d'excavation et de forage pour entreprendre sans délai la construction des fosses spéciales destinées à recevoir les réserves de charbon. A l'heure actuelle, les travaux sont terminés.

Les Américains prétendent de cette façon mettre leur charbon à l'abri d'une entreprise ennemie et lui assurer en même temps une meilleure conservation. La houille, en effet, se détériore moins rapidement sous l'eau que lorsqu'elle est exposée à l'air.

LA PHARMACIE MILITAIRE FABRIQUE ELLE-MÊME SES MÉDICAMENTS

Par A. BALLAND

ANCIEN PHARMACIEN PRINCIPAL DE 1re CLASSE,
CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, ASSOCIÉ NATIONAL DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE.

La Pharmacie Centrale de l'armée date de 1792. Elle fut créée, à la demande du Conseil de santé des hôpitaux militaires, sur la proposition de deux de ses membres, Bayen (1) et Parmentier (2), pour assurer aux armées, en tout temps, des médicaments de première qualité.

« Le magasin général des médicaments, établi près de l'administration des hôpitaux des armées de la République et placé sous la surveillance immédiate du Conseil de santé, sera approvisionné de médicaments simples et composés, conformément au formulaire des hôpitaux militaires.

« Aucun médicament simple ne sera admis sans avoir été préalablement examiné par des commissaires du Conseil de santé, qui surveilleront toutes les opérations du laboratoire.

« Plusieurs divisions et subdivisions de pharmacie seront toujours prêtes à être expédiées. » (*Loi du 3 ventôse an* II.)

Cet établissement rendit de tels services pendant les guerres de la République et de l'Empire qu'il fut maintenu par la Restauration. Il a subi bien des vicissitudes. Installé tout d'abord « à la maison du Champ-de-Mars, dans les dépendances de l'Ecole militaire », il fut transféré au Val-de-Grâce en 1809 et, un an plus tard, « à l'hôtel Saint-Joseph » de la rue Saint-Dominique (aujourd'hui ministère de la Guerre).

En 1814, il passa rue du Cherche-Midi, dans une maison louée à cet effet, près de l'ancienne manutention des vivres militaires, actuellement occupée par les conseils de guerre.

La construction d'un immeuble isolé avec des laboratoires en rapport avec les progrès de la science, fut décidée en 1841, sur l'emplacement de l'ancien entrepôt du Gros-Caillou.

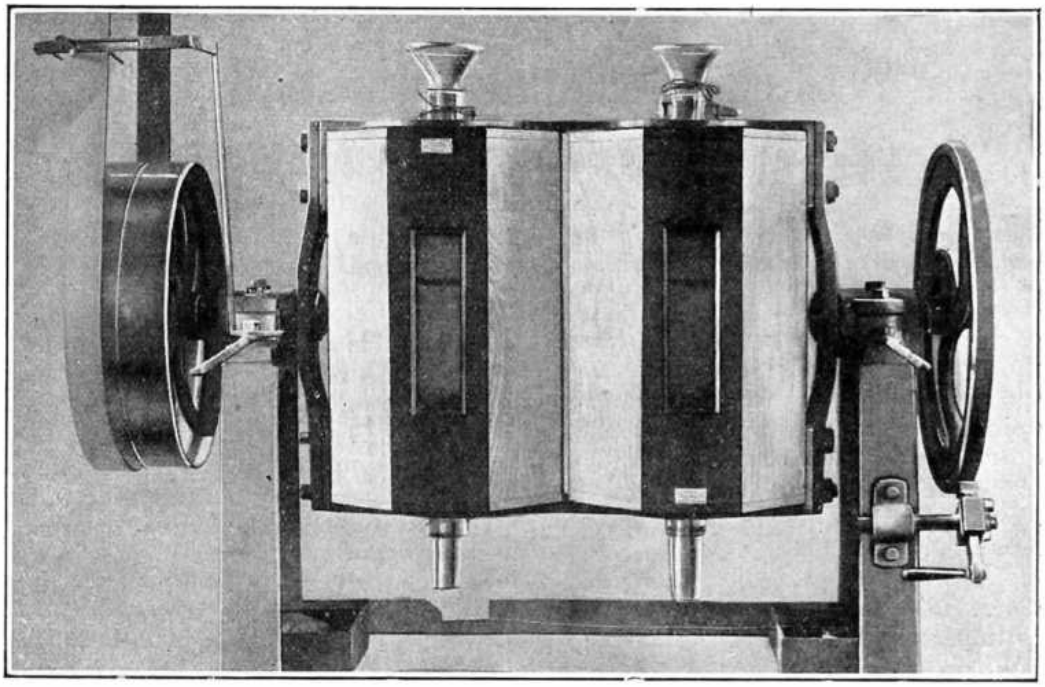
La Pharmacie Centrale resta au numéro 160 de la rue de l'Université jusqu'en 1900 ; à cette époque l'aliénation de l'hôpital du Gros-Caillou et la vente de tous les terrains militaires du quartier, amenèrent son transfert à l'hôtel des Invalides, à gauche de la cour du Dôme, dans les locaux qui furent élevés, en 1899 et 1900, entre la direction du Service de santé du gouvernement militaire de Paris et l'avenue de Tourville.

D'après un rapport de M. Klotz sur le budget du ministère de la Guerre, la valeur des médicaments achetés par la Pharmacie Centrale, en 1906, s'élevait à plus de 800 000 francs, représentant, après leur transformation en produits officinaux, une valeur de 4 à 5 millions de francs.

« L'organisation actuelle de la Pharmacie Centrale militaire, écrivait M. Klotz à cette époque, est essentiellement économique et assure à l'armée des approvisionnements en médicaments dont la supériorité est incontestable. Ce service très spécial, extrêmement complexe et délicat, pour être des moins en évidence, n'en est pas moins des plus indispensables à l'armée. »

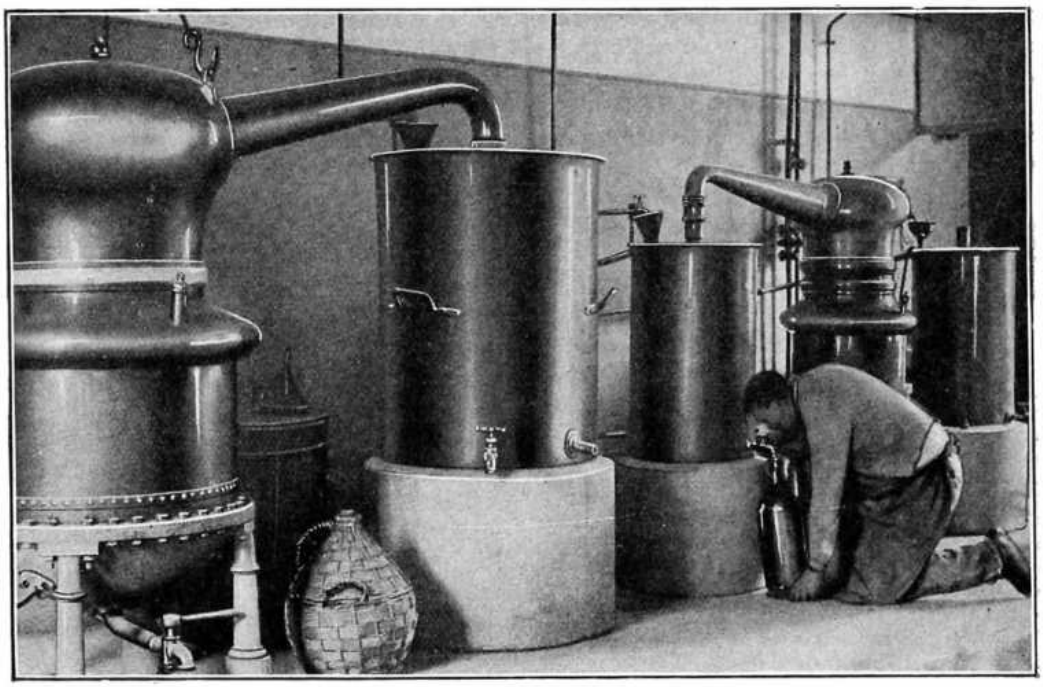
(1) BAYEN, membre de l'Académie des sciences, « apothicaire-major des camps et armées du roi » de 1756 à 1792, « inspecteur général du service de santé des armées de la République » de 1792 à sa mort, en 1798.

(2) PARMENTIER, membre de l'Académie des sciences ; a passé par tous les grades de la pharmacie militaire depuis son entrée dans ce corps, en 1757 ; décédé, inspecteur général du service de santé de l'armée, le 17 décembre 1813.

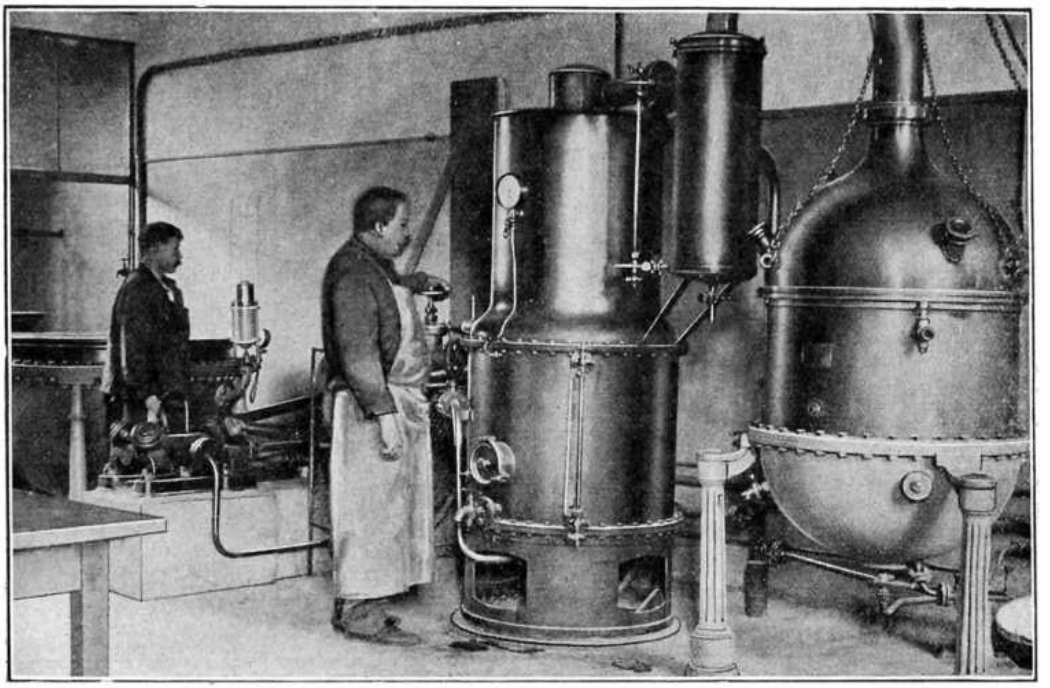


AGITATEUR ROTATIF EMPLOYÉ POUR LA RECTIFICATION DU CHLOROFORME

Cet appareil comporte deux réservoirs en verre, recouverts d'une garniture en bois, dans lesquels on verse le chloroforme à rectifier et, successivement, de l'acide sulfurique pur, de la lessive de soude, du chlorure de calcium et de l'huile d'œillette. La rotation de l'agitateur est commandée mécaniquement. Le mélange obtenu est alors distillé dans des alambics chauffés au bain-marie. La totalité du chloroforme employé en chirurgie militaire est rectifiée par la pharmacie de l'armée.



APRÈS SA DISTILLATION, LE CHLOROFORME PURIFIÉ EST SOUTIRÉ DES ALAMBICS



LES EXTRAITS MÉDICAMENTEUX SONT PRÉPARÉS DANS UN ALAMBIC DE CINQ CENTS LITRES

Au moyen d'une pompe pneumatique, on fait le vide dans cet appareil de façon à abaisser le point d'ébullition des liquides qui, à la pression atmosphérique, ne pourraient être distillés sans décomposition. On prépare, ainsi, les extraits de quinquina, d'opium, d'ergot de seigle, de belladone, etc.

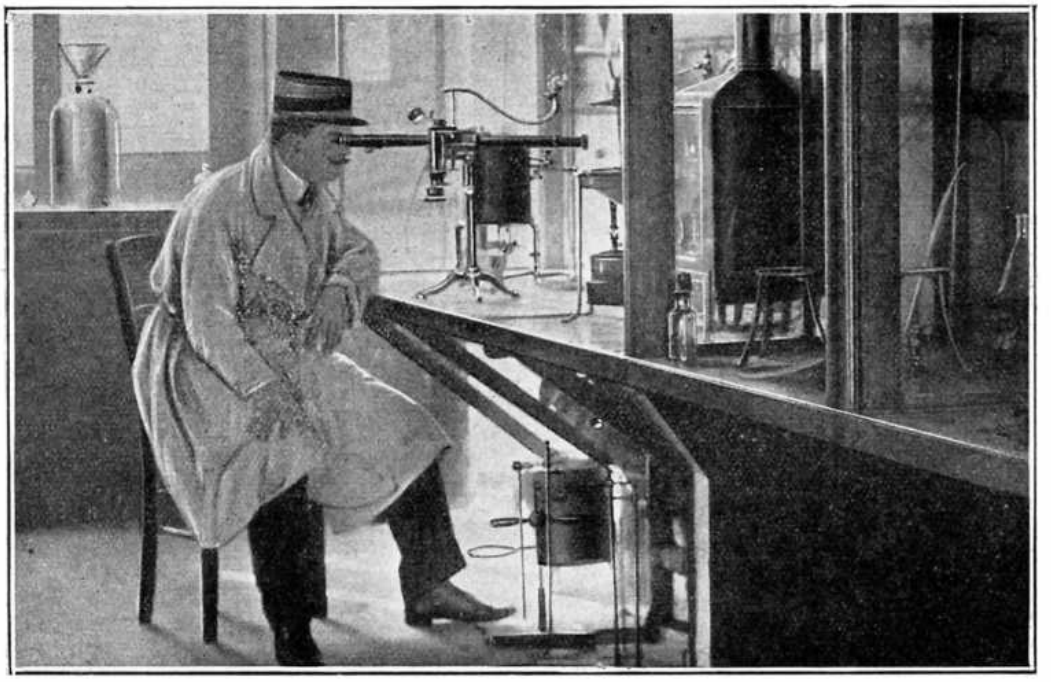
Depuis la transformation si heureusement accomplie en ces derniers temps par le directeur du service de santé au ministère de la Guerre, M. le médecin-inspecteur Troussaint, le budget de 1906 s'est progressivement élevé et dépasse aujourd'hui un million de francs, ce qui représente environ le dixième des sommes allouées au service de santé de l'armée.

La Pharmacie Centrale est toujours en mesure de parer aux cas imprévus, aux épidémies subites comme aux expéditions coloniales ou continentales. Elle procède par des adjudications publiques à l'achat des matières premières qu'elle a mission de transformer et du matériel scientifique demandé par les hôpitaux, les laboratoires spéciaux et les infirmeries régimentaires et vétérinaires. On peut dire d'elle, sans exagération, que c'est, à tous les points de vue, un établissement modèle.

A l'hôtel des Invalides on a installé de beaux sous-sols remplis par des approvisionnements de réserve. Le rez-de-chaussée et l'unique étage qui le surmonte sont occupés par de vastes magasins et par des laboratoires bien aérés, bien éclairés, pourvus d'appareils perfectionnés et de machines spéciales à l'établissement.

Les laboratoires consacrés aux recherches offrent un intérêt particulier. Là sont examinés les produits à leur entrée, opération toujours très délicate, notamment lorsqu'il s'agit des médicaments empruntés à la chimie organique. De là aussi sont sortis de nouveaux modes d'analyses, des moyens pratiques pour purifier les eaux en campagne et, tout récemment, un procédé d'extraction de l'émétine qui a abaissé de 15 francs à 1 fr. 50 le gramme le prix de cet alcaloïde employé avec succès au Maroc dans les dysenteries de nature amibienne.

Des locaux spéciaux sont réservés à la stérilisation du matériel chirurgical (fils de ligature, soies, catguts, crins,



PHARMACIEN-MAJOR EFFECTUANT UNE MESURE A L'AIDE DU RÉFRACTOMÈTRE DE FERY

On est utilement renseigné sur la pureté de nombreuses substances, par l'étude de certaines de leurs propriétés physiques. C'est ainsi que l'on a souvent, dans les laboratoires de l'armée, à mesurer avec les appareils les plus précis des indices de réfraction.

etc); à la préparation des ampoules contenant des doses rigoureusement titrées, des médicaments les plus actifs (sulfate d'atropine, cacodylate de soude, caféine, chloroforme, chlorhydrate de cocaïne, ergotine, éther, morphine, quinine, stovaïne, etc.); à la fabrication des comprimés d'antipyrine, aspirine, benzoate de soude, bromure et iodure de potassium, calomel, quinine, salol, iode, etc.

D'autres pièces ont été agencées pour la rectification en grand du chloroforme, et pour le travail distinct des poudres, teintures, extraits, etc.

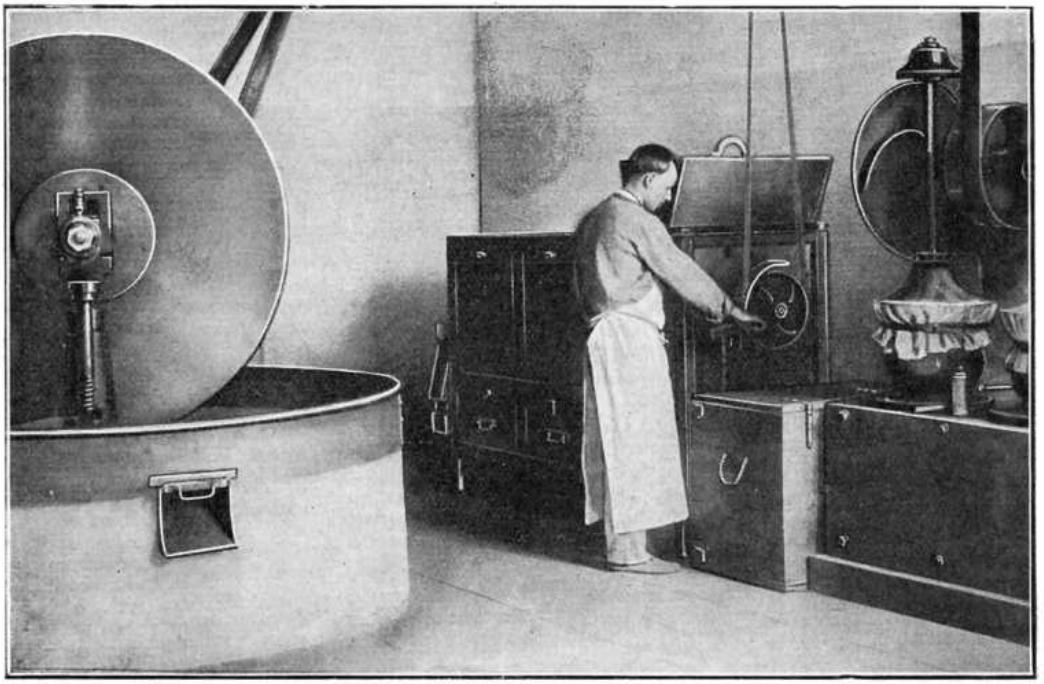
Enfin, le matériel plus délicat de physique, de chimie et de bactériologie (appareils radiographiques, microscopes, thermomètres médicaux, etc.) a aussi un emplacement approprié.

On ne saurait imaginer la quantité des produits livrés, chaque année, à l'armée par sa Pharmacie Centrale.

Voici quelques chiffres concernant le Maroc oriental et le Maroc occidental. De mai 1912 à mai 1913, le corps expéditionnaire a reçu :

Antipyrine	319	kilos
Bismuth-azotate	2 098	—
— salycilate	250	—
Comprimés de quinine	5 040	—
Chlorhydrate de quinine	104	—
Extrait de quinquina	372	—
Iode	107	—
Ipécacuana (racine)	259	—
— (poudre)	169	—
Potassium-bromure	195	—
— iodure	639	—
Sodium-salicylate	256	—
— sulfate	11 375	—
Thé	11 820	—
Vin généreux (Banyuls)	32 100	—
Quinine-uréthane	182 000	ampoules
Eau de Vichy	64 000	bouteilles
Vin de champagne	41 800	—
Sérum antidiphtérique	1 640	flacons
— antidysentérique	9 850	—
— antiméningococcique	530	—
— antipesteux	3 150	—
— antistreptococcique	690	—
— antitétanique	5 880	—
— antivenimeux	1 170	—

Le personnel de la Pharmacie Centrale comprend : un pharmacien prin-



PRÉPARATION DES POUDRES D'ORIGINE VÉGÉTALE

Il s'agit ici de la poudre de pyrèthre. Les fleurs de cette plante séchées à l'ombre, sont broyées à l'aide d'une grosse meule dans une sorte de bluterie, puis réduites à l'état de poudre impalpable dans des mortiers recouverts, afin d'éviter toute pollution par la poussière.

cipal de 1re classe, chef de service ; deux pharmaciens-majors de 1re classe, deux pharmaciens-majors de 2e classe; un officier d'administration de 1re classe du service des hôpitaux militaires et, suivant les besoins, 25 à 30 ouvriers des deux sexes.

Depuis cent vingt-cinq ans le chef de service a toujours été un pharmacien militaire rompu aux travaux de laboratoire et aux détails de l'administration hospitalière. Tous ont laissé, dans l'établissement, des traces de leur passage et plusieurs ont marqué dans la science.

Citons Dizé, le collaborateur de Leblanc dans la découverte de la soude artificielle, membre de l'Académie de médecine; Malatret, pharmacien en chef de l'armée d'Italie, de 1805 à 1812; Goze, de Metz, et Groslambert, enlevé par le choléra de 1832, tous les deux membres très actifs de la Société de pharmacie; Lepetit, Herpin qui, dès 1840, s'efforça d'introduire la culture de l'opium en Algérie; André, connu par d'importants travaux sur les sels de quinine, de cinchonine, de strychnine, de brucine et de codéine; Z. Roussin, auquel les hôpitaux militaires doivent la glyzine et l'industrie française, la découverte capitale des colorants azoïques; Cauvot, professeur de matière médicale à la Faculté de médecine; Jaillard, chef du laboratoire de chimie à l'hôpital du Bey, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger. Citons encore, plus près de nous, Georges Bernard, président de la Société mycologique de France et les pharmaciens-inspecteurs Schmitt, Marty de l'Académie de médecine, et Masson, qui ont quitté la Pharmacie Centrale pour siéger au Comité technique de santé.

A. BALLAND.

LES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DE LA RUSSIE MÉRIDIONALE

Par G. BENOITON
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

DANS l'histoire économique du monde, les grandes divisions empruntent presque toujours leur titre à l'agent de transformation, par conséquent d'évolution, qui domine l'epoque.

C'est ainsi que nous avons eu l'âge du charbon, pour souligner le grand élan industriel que le précieux combustible a soutenu et dont est sorti le monde moderne.

De même la nouvelle étape que parcourt le progrès s'accomplit sous le vocable: « l'âge du pétrole ».

Le pétrole a élargi le champ d'action de l'industrie et contribué au progrès de l'esprit humain en permettant aux hommes, lorsqu'ils l'appliquent aux avions ou aux sous-marins, de pénétrer les profondeurs de l'Océan et de s'emparer du domaine de l'air.

Tous les jours, on lui découvre une utilisation nouvelle, et la consommation progressive qui en est la conséquence logique répond assez de son avenir. Aucune matière, dans l'état actuel de la science, aucun produit ne peut être comparé au pétrole. Et si, plus tard, comme tout arrive, la science met à la disposition de l'humanité de nouvelles sources d'énergie, c'est-à-dire un combustible destiné à remplacer le pétrole, comme le pétrole s'est substitué au charbon, la transformation de l'outillage qui deviendra alors nécessaire, lui laissera le temps de régner longtemps et glorieusement.

Ajoutons que le pétrole peut, de même que le charbon, et l'on a vu ce phénomène économique se produire déjà dans certains districts pétrolifères, ne plus répondre aux besoins sans cesse renaissants de la consommation, et produire ce qu'on appellera alors la famine du pétrole.

Cette dernière éventualité commande donc d'exploiter les nouvelles nappes que l'on découvre et que avec une visible anxiété attendent certaines industries.

L'exploitation systématique des terrains pétrolifères assure rapidement cette régularité d'approvisionnement que réclament les besoins de la consommation mondiale.

C'est cette exploitation systématique d'ailleurs qui permettra aux industries alimentées encore par le charbon de recourir au pétrole, dont nous avons déjà souligné, en peu de mots, les qualités économiques.

Si paradoxal que puisse paraître l'aphorisme connu : « plus l'approvisionnement est important, plus importante est la demande » il ne fait qu'énoncer une vérité démontrée par l'expérience.

C'est pour cette raison que l exploitation de nouveaux champs pétrolifères est suivie avec le plus vif intérêt par un public averti qui comprend le rôle prépondérant qu'est appelé à jouer, dans l'avenir, le précieux combustible.

Depuis le commencement du siècle, l'attention du monde s'est naturellement portée sur la Russie, que la découverte des richesses pétrolifères allait transformer en lui donnant l'importance d'un des plus grands facteurs de l'activité industrielle. On comprit tout de suite qu'une ère nouvelle s'ouvrait.

Il est prouvé aujourd'hui que de la mer Noire à la mer Çaspienne, existe une vaste nappe de naphte qui passe sous les montagnes du Caucase et s'étend même au delà de la Caspienne. Ce naphte se recueille en bien des points du Caucase, mais aujourd'hui le principal centre d'exploitation se trouve aux environs de Bakou, à Balahaneh, dans la presqu'île d'Apshéron.

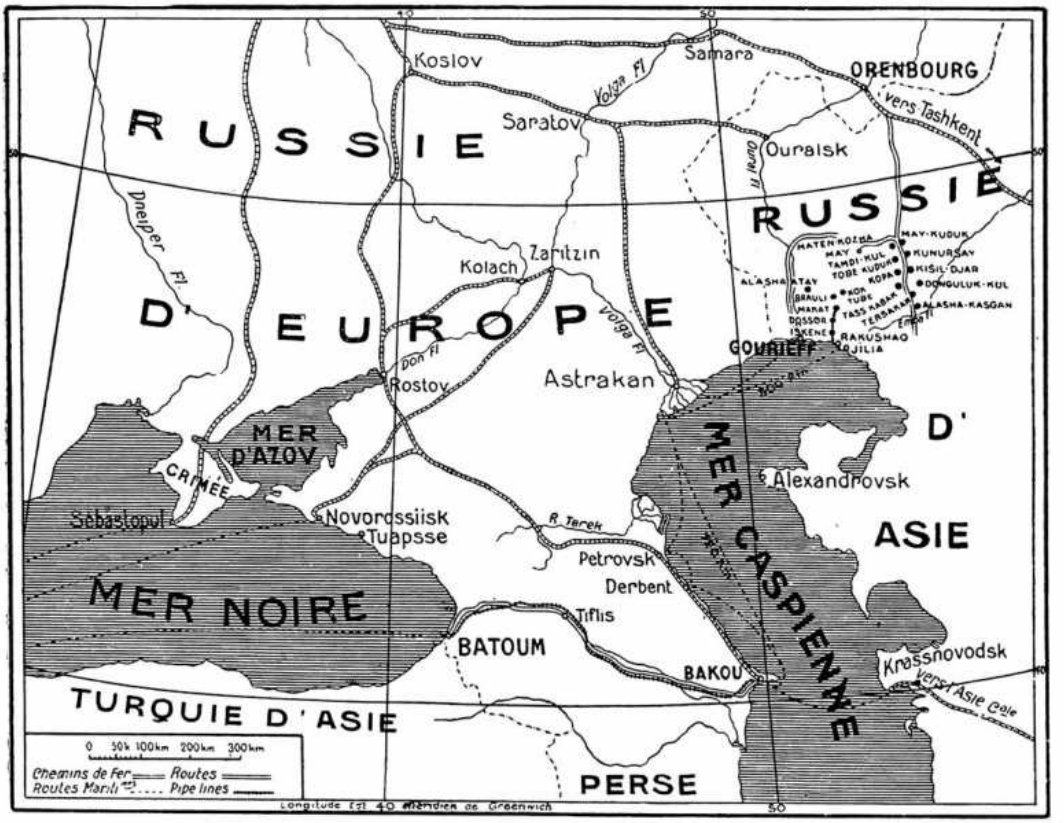
Bakou, la cité sainte du pétrole, a une histoire merveilleuse, car d'une surface couvrant un peu plus de 8 milles carrés, on a extrait, pendant ces vingt dernières années près de 180 000 000 de tonnes, soit en chiffres approximatifs un total de 1 260 000 000 de barils de pétrole.

Si l'on établit son calcul en se basant sur le cours actuel à Bakou, c'est-à-dire 62 fr. 50 par tonne, on obtient l'énorme somme de 11 250 000 000 de francs.

Une étude de quelques chiffres récents, cependant, nous amènera à une conclusion d'une importance considérable. La production pétrolifère de la Russie depuis 1901 a été la suivante :

	Quatre champs pétrolifères de Bakou.	Autres champs pétrolifères.
1901. . . .	75,7 millions de	4
1907. . . .	53,8 barils	4,9
1908. . . .	52,7	6,7
1909. . . .	55,4	8,1
1910. . . .	54,0	11.9
1911. . . .	48	14,8

Ces chiffres démontrent une diminution graduelle dans la production des champs



LES RIVAGES DE LA MER CASPIENNE SONT RICHES EN GISEMENTS PÉTROLIFÈRES

Après les champs de pétrole de Bakou, qui ont donné lieu depuis de longues années à une exploitation intensive, voici que de nouvelles sources de naphte sont mises en valeur près de l'embouchure de l'Oural, dans la région de l'Emba. Une « pipe-line » a déjà été établie pour amener jusqu'à la Caspienne le pétrole fourni par les puits de Makat, de Dossor et d'Iskene.

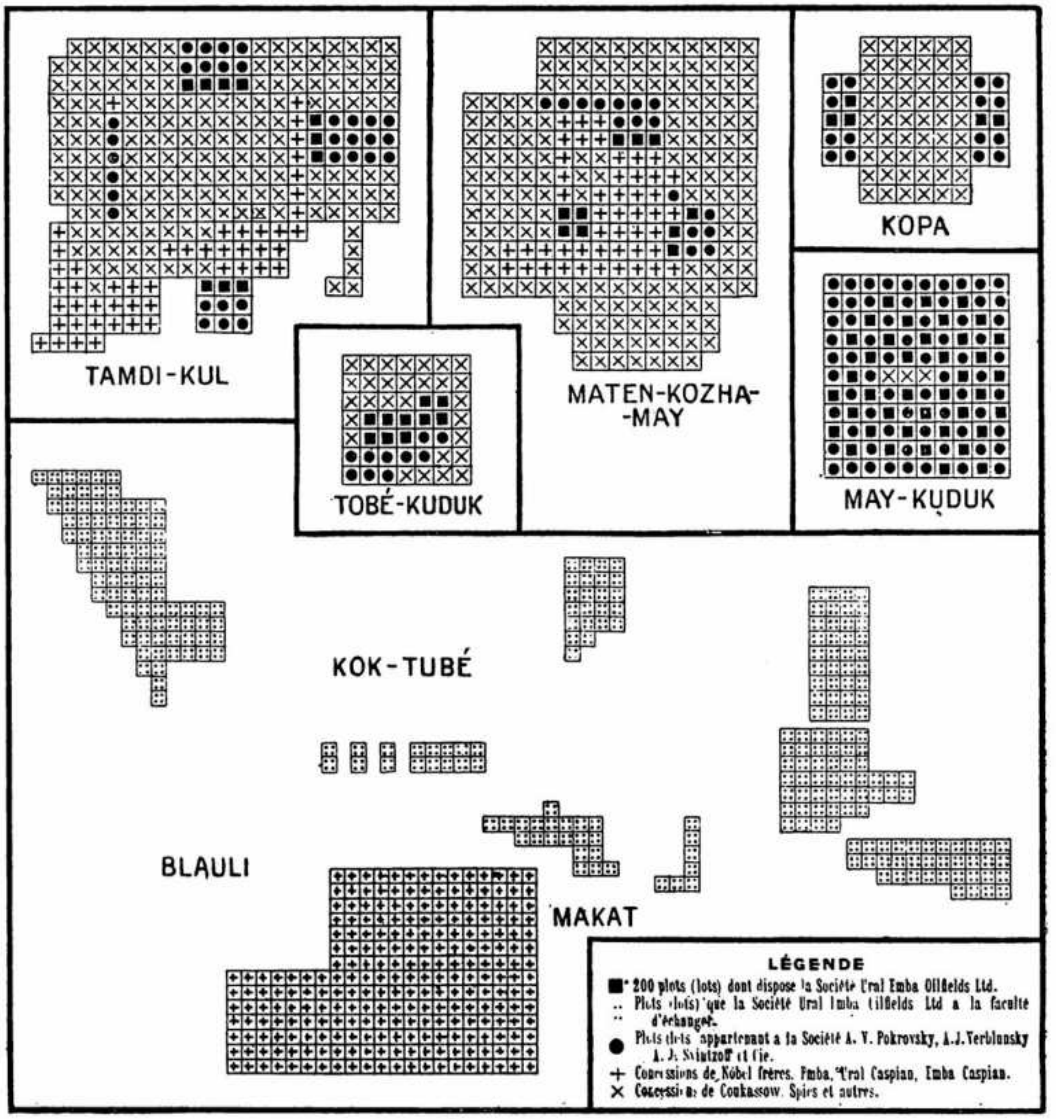
pétrolifères de Bakou, conséquence naturelle d'une exploitation intensive d'un centre riche, mais très limité.

Des ingénieurs qui font autorité, voyant la nécessité, pour satisfaire aux besoins chaque jour croissants, de trouver de nouvelles sources de production, commencèrent à prospecter partout et notamment dans d'autres districts russes, d'apparence pétrolifère. Le résultat de leurs recherches et de leurs travaux se traduisit par une augmentation de la production, dans les territoires autres que celui de Bakou, ainsi que le démontre le tableau ci-dessus. Cet appoint était nécessaire pour rétablir l'équilibre que compromettait la production décroissante de Bakou, celle-ci étant pour 1911 en diminution de 17 millions environ de barils au-dessous de celle de 1901. Néanmoins la demande, pendant cette période, augmenta considérablement, traçant ainsi la voie qu'on devait suivre, c'est-à-dire l'exploitation active de territoires nouveaux.

Les résultats de cette grande activité déployée dans divers districts se sont traduits par des bénéfices considérables à leurs exploitants comme nous le constatons par le tableau suivant :

	Bénéfices nets	
	1911	1912
Nobel frères . . .	14.355.175	35.377.275
Société du Naphte de Bakou . . .	3.447.900	9.544.150
Mantaschew . . .	5.555.800	10.668.300
Lianosow.	2.902.375	6.648.200
Mirsœvi frères . .	2.876.000	7.113.825
Société Russe, . .	2.487.000	3.644.325
Ter-Akopow . . .	451 025	1.279.850
Pitœw et Cie . . .	783.450	1.737.950
Petroly Company.	158.075	891.075
Naphtalan Company.	285.525	2.681 375

Les efforts des prospecteurs ont été largement récompensés dans la région de l'Oural-Emba, province de l'Oural de la Russie Méridionale. Il y a quelques années, cette région était pour ainsi dire inconnue, mais la découverte d'un jaillissement important y fixa l'at-



RÉPARTITION DES TERRAINS PÉTROLIFÈRES DÉCOUVERTS AU NORD DE LA MER CASPIENNE

tention du monde industriel. En avril 1911, le puits N° 3 de la « Ural Caspian Oil Corporation » à Dossor, pénétra dans un grand réservoir naturel de pétrole à une profondeur de 225 mètres. Il jaillit comme une fontaine qui s'éleva de 21 à 24 mètres au-dessus du sol, et en 30 heures on estime qu'il a produit 16 000 tonnes, soit 112 000 barils de pétrole.

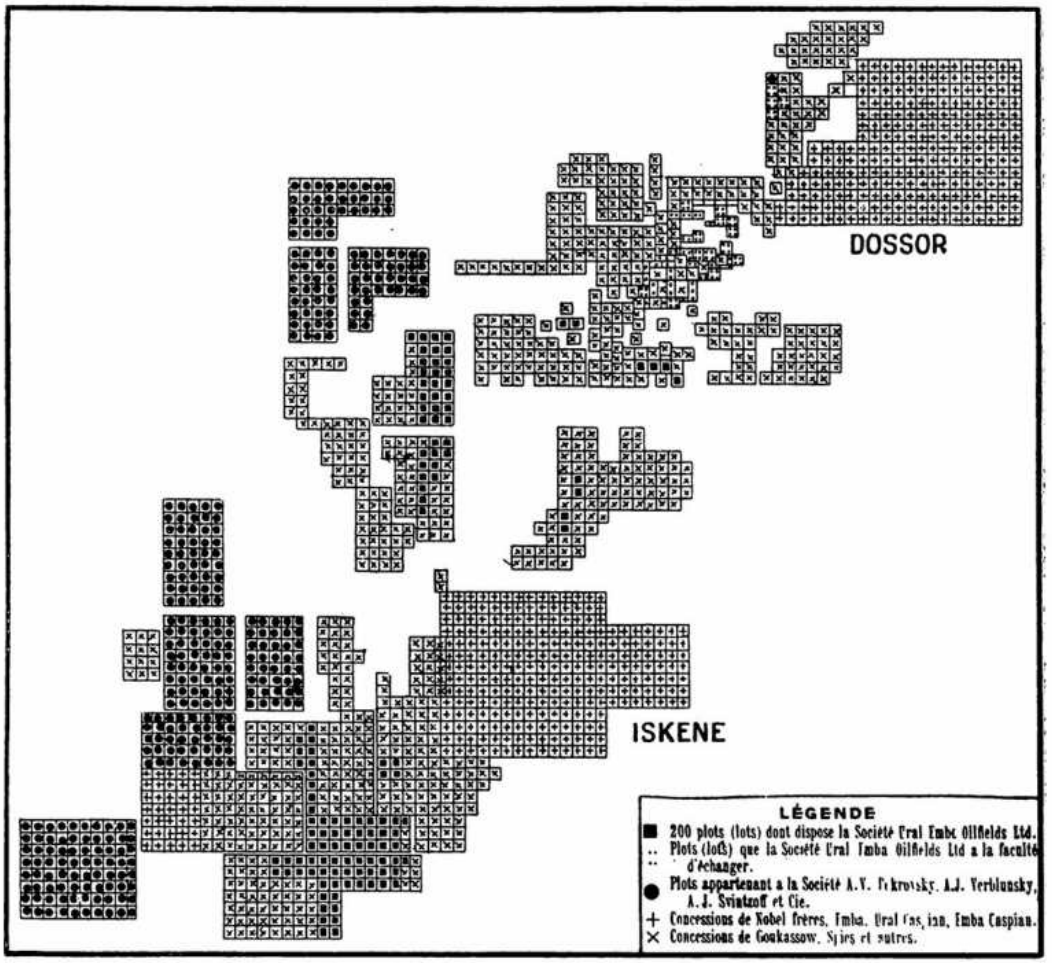
De plus, en mars de l'année dernière la Société Emba, contrôlée par MM. Nobel frères, rencontra dans le même champ un jaillissement, qui rendit à raison de 16 000 tonnes en vingt-quatre heures et depuis cette époque divers autres jaillissements et bon nombre d'autres puits importants ont été découverts. Un fait digne d'attention, c'est que tout puits percé dans la région a donné du pétrole en quantité, commercialement exploitable.

Le gouvernement russe pour encourager l'exploitation du sol, a accordé des concessions d'une étendue de 37 1/2 (hectares) appelées zaiawkas.

Dans cette région un grand nombre de lots (plots) ont été établis et sont actuellement exploités par d'importantes Sociétés.

On y extrait le pétrole et on l'expédie en grandes quantités, grâce aux deux « pipe-lines » que l'on a construites et qui partent du champ d'exploitation pour aboutir à la mer Caspienne.

Une troisième « pipe-line » est en cours de construction et son achèvement donnera aux entreprises une activité nouvelle.



LE RAPPROCHEMENT DES PUITS AU NORD DE LA MER CASPIENNE MONTRE COMBIEN LA RÉGION PÉTROLIFÈRE NOUVELLEMENT MISE EN VALEUR EST RICHE EN NAPHTE

Les conditions géologiques des champs dont nous venons de parler ne s'appliquent pas nécessairement aux seuls districts déjà exploités, mais se répètent en dehors de leurs limites.

On ne peut en effet, prétendre qu'une ligne quelconque, tirée arbitrairement avant les découvertes récentes, corresponde aux limites pétrolifères du territoire.

Aussi, en s'appuyant sur l'expérience et sur l'avis des ingénieurs compétents, peut-on conclure que les zaiawkas ou lots situés en dehors de l'aire des concessions actuelles donneront, au point de vue du rendement, des résultats tout aussi avantageux.

La découverte de nappes de pétrole n'est intéressante, au point de vue pratique, que si l'on possède le moyen de le transporter et de le livrer à des conditions avantageuses pour l'acheteur. Il est évident que si l'on trouvait le pétrole au centre de l'Afrique, étant donné la difficulté des communications et l'absence de tout moyen de transport, la découverte n'aurait, commercialement, aucune valeur.

De plus, il est indispensable, pour assurer le succès d'une affaire pétrolifère, que la formation géologique soit favorable à l'exploitation méthodique, c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de solution de continuité dans les couches.

Quand nous aurons encore dit que la profondeur où gît le pétrole ne doit pas être excessive; que la main-d'œuvre doit être intelligemment assurée; qu'il faut que les conditions climatériques ne soient pas un obstacle à un travail régulier, et que les moyens de transport soient faciles, nous aurons résumé par une énumération brève les conditions de succès d'une exploitation normale.

Dans la province russe de l'Oural, toutes ces conditions envisagées comme autant de facteurs de succès, se trouvent amplement

remplies. En prenant Dossor et Iskène comme centre, les explorations ont été conduites vers le nord, l'est et l'ouest, le sud touchant à la mer Caspienne. Et, dans cette direction, le succès a récompensé les efforts des producteurs.

Une aire qu'on peut évaluer aux deux tiers de surface de la France a été fouillée au cours de diverses expéditions que dirigeaient des hommes d'une capacité éprouvée, et l'on a délimité ainsi les zones pétrolifères.

Ces zones sont au nombre de quatre ; la première s'étend le long de la rivière Oural et court du nord au sud ; la seconde traverse Iskène, la troisième est située autour de Gourieff, et la quatrième se dirigeant vers le nord, longe les rivières Uil et Saguiz.

Tous ces districts peuvent être aisément desservis : d'un côté, par le littoral (mer Caspienne), de l'autre par le chemin de fer Orenbourg-Tashkent. Une autre voie est projetée qui doit parcourir l'est et l'ouest à travers les districts d'Uil et Saguiz.

La mer Caspienne qui se trouve au seuil des champs pétrolifères, a un mouvement des plus actifs, parce qu'elle est un lien entre l'Europe centrale et la partie de la Russie qu'elle baigne. Voilà, en ce qui concerne les débouchés du sud, un point acquis. Maintenant, en ce qui concerne le commerce et l'industrie de la Russie centrale, les chemins de fer et le Volga assurent l'alimentation.

Le pétrole étant un combustible produit à bon marché, les nouveaux centres d'activité de cette partie du grand empire pourront, grâce aux moyens de transport dont nous parlons, s'en approvisionner abondamment.

Enfin, l'expérience prouve que partout où le pétrole surgit, de nouvelles usines se créent et la vie industrielle prend une intensité particulière.

Aux Etats-Unis d'Amérique, des villes prospères ont surgi comme par enchantement à proximité des champs pétrolifères ; le pétrole et le gaz à bon marché fournissant la force motrice à un prix impossible à atteindre dans d'autres parties du pays. C'est ainsi que des usines de toutes espèces, ainsi que de nombreuses fonderies amènent les débouchés pour le pétrole à l'endroit même de sa production. La Russie est en train de se rendre compte des possibilités du développement de ses propres ressources naturelles et encourage l'établissement de nouvelles industries. L'expansion sera forcément rapide avec la politique pacifique de l'Empire. Les champs de pétrole de la région d'Emba-Oural sont si favorablement situés qu'ils en ressentiront en premier lieu l'influence directe et seront nécessairement très avantagés.

Se rendant un compte exact de l'importance de ce nouveau champ, un groupe russe prépara une expédition qu'il plaça sous la direction de deux ingénieurs très connus, et dont la compétence ne peut être discutée : MM. A.-V. Pokrovsky et A.-I. Verblunsky, que nous avons déjà cités précédemment. MM. Pokrovsky et Verblunsky prospectèrent à fond les champs de l'Oural Emba et s'assurèrent de 1 246 zaiavkas de 404 700 chacune sur lesquelles 200 ont été spécialement choisies par la Société « Ural Emba », dont 125 sont situés dans les districts de Dossor et Iskène.

Iskène est à 18 km de la mer Caspienne, sur les limites de l'extrême nord de la région comprise dans la concession, et se trouve également à environ 75 km au nord-est du port de mer de Gourieff. Le champ d'Iskène forme une longue bande étroite au nord de la mer Caspienne. Tout le long de la côte nord-est du lac local, on peut voir des affleurements de pétrole naturels, tandis que des puits et des forages du côté du lac laissent apercevoir des sables à gisements de pétrole.

A propos des surfaces d'Iskène, le rapport des ingénieurs russes les plus compétents dit :

« La proximité de ces surfaces à la mer facilite considérablement les moyens de communication avec celle-ci, tandis que leur situation juste sur les limites de la concession, qui a été désignée comme étant à gisements de pétrole fournit des bases solides pour en apprécier la valeur, comme n'étant pas inférieures aux terrains situés dans les limites de la concession elle-même.

« Ces lots sont aussi avantagés par leur proximité de conduites ou pipe-lines, ce qui peut grandement faciliter le transport du pétrole extrait de ces lots.

« Toutes les surfaces précitées sont entourées des terrains appartenant à Nobel, Spies et Goukassoff. »

La région de Dossor : Dossor se trouve à 107 km de Gourieff, à environ 75 km au nord de la mer Caspienne et à 46 km d'Iskène. La zone pétrolifère de Dossor atteint presque la limite nord-ouest de la surface des concessions, et vers le sud, comme d'Iskène, elle se trouve en dehors de cette surface.

Une ligne bien marquée d'affleurements de pétrole et de gaz peut être observée passant longitudinalement au travers de la région.

Les renseignements suivants concernant les opérations dans les régions de Dossor et Iskène sont extraits du rapport de MM. Pokrovsky et Verblunsky.

« A Dossor, les puits n°s 7, 9 et 10 sont aussi en voie de forage, et le dernier, où l'on a déjà atteint une profondeur de 233 m, donne un débit d'environ 48 tonnes par 24 heures ; le sondage n° 11 produisant déjà de la même profondeur, jusqu'à 161 tonnes par 24 heures, le pétrole y jaillissant légè-

rement. La Compagnie Oural Caspienne à part, il y a aussi à Dossor les puits de l'Emba Compagnie (3 forages), ceux de l'Emba-Caspian (6 forages) et ceux de la Kolchida (2 forages).

« Tous les percements de Dossor ont donné du pétrole. »

Makat est situé à environ 21 km de Dossor, tout près de la limite nord-est de la surface des concessions. Non seulement elle produit du pétrole, mais elle est, en outre, très prolifique en couches pétrolifères.

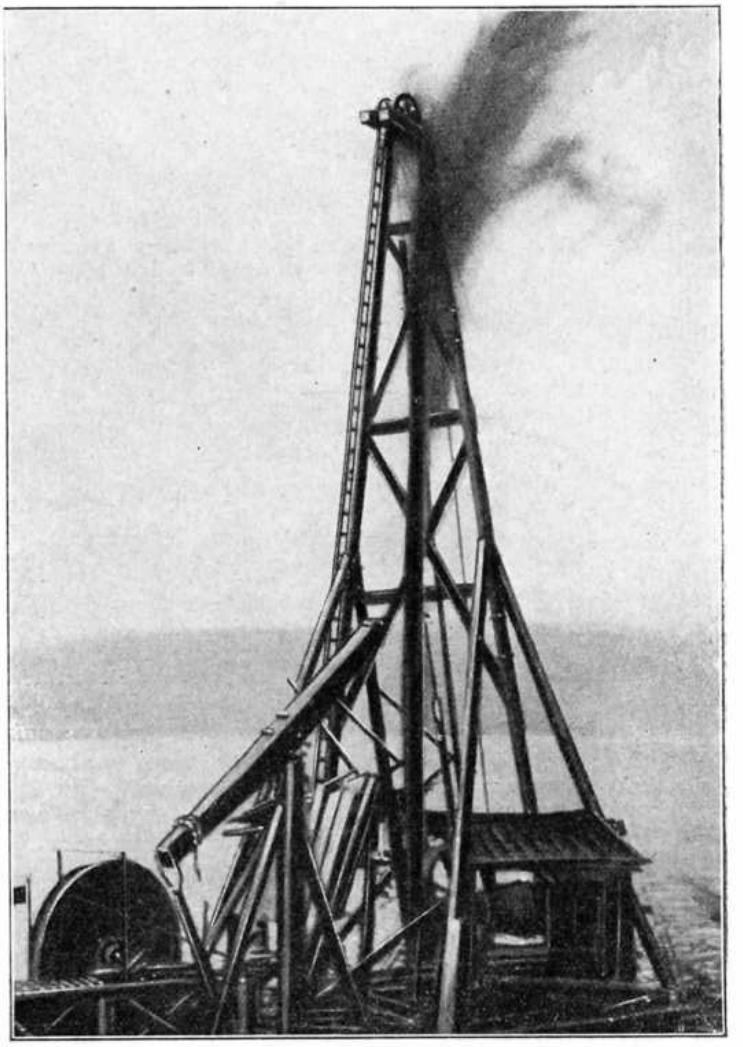
La Compagnie Oural-Caspienne a fait jaillir du pétrole à Makat d'une profondeur de 277 m, et une formation de pétrole avec un débit d'environ 75 barils fut rencontrée à une profondeur de 28 pieds seulement de la surface.

A tout prendre, on doit estimer que la Compagnie Oural-Emba a fait une excellente opération en s'assurant des zaiawkas sur ces lots.

Les champs de pétrole de la Societé situés au nord, comportant 75 lots, comprennent :

Maten-Kozha-May, surface où des puits d'une profondeur de 14 pieds seulement donnent du pétrole.

Tamdi-Kul, où tous les essais ont prouvé la valeur pétrolifère attribuée au groupe. Cette région est à 80 verstes à l'est de Maten-Kozha-May. Encore plus à l'est se trouve May-Kuduk.



PUITS DE PÉTROLE A COLONNE JAILLISSANTE

En forant les puits on atteint parfois des poches qui, outre le naphte, contiennent des gaz accumulés dont la pression suffit à projeter le liquide à une hauteur parfois très grande au dessus du sol. Le jet diminue peu à peu d'intensité ; lorsqu'il s'arrête on a recours à l'emploi de pompes pour continuer l'exploitation.

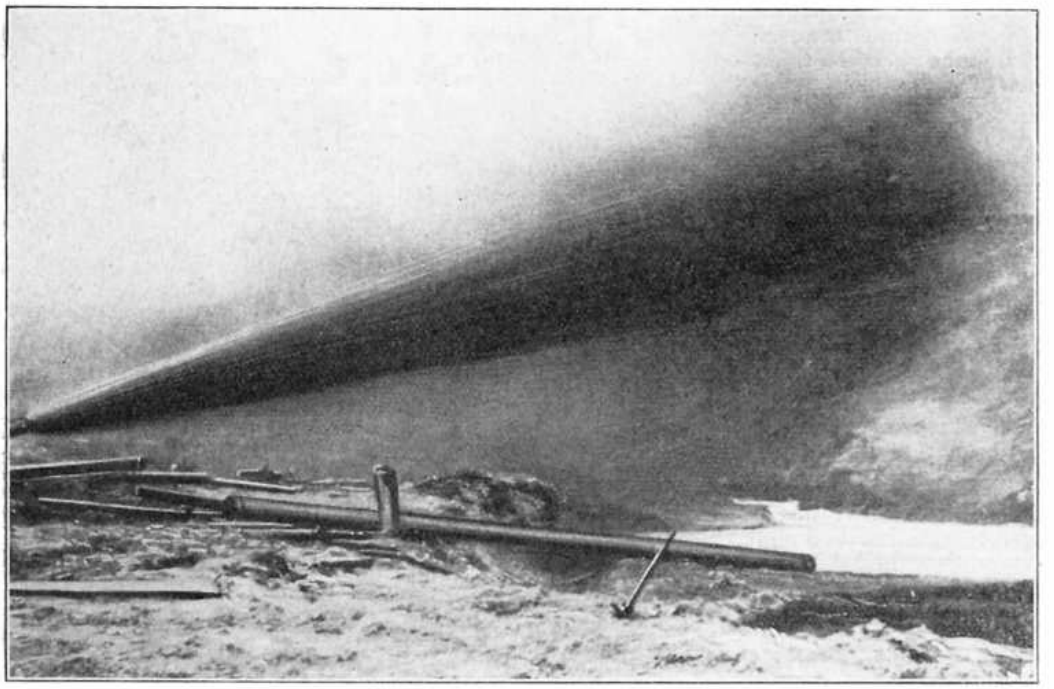
May-Kuduk est un nom qui signifie « puits de pétrole ». Au centre de cette localité, il y a un puits d'une profondeur de 14 pieds, plein de boue et de pétrole, avec du gaz pétrolifère qui s'échappe au travers de la boue. L'avis des experts est que le groupe May-Kuduk doit être considéré comme appartenant à l'un des champs de pétrole les plus riches de la province de l'Oural, probablement pas inférieur à Dossor.

Tobe-Kuduk et Kopa forment les groupes restants, et pour chacun d'eux des preuves similaires de productivité de pétrole ont été apportées.

Tous les lots précités ont pour voisins de gros et riches producteurs de pétrole de Bakou, universellement connus, tels que MM. Spies et Goukassoff.

Parlant de ces lots et les comparant avec les champs de Dossor-Iskène, le rapport des ingénieurs russes conclut ainsi :

« Nul doute que, si on a recours à des moyens analogues pour le développement des lots de la Compagnie Oural Emba, ces lots atteindront la même position, car ils possèdent de riches réserves de pétrole. »



UN PUITS DONT LE MATÉRIEL DE SONDAGE A ÉTÉ ARRACHÉ PAR LA FORCE DU JET

Il arrive que lorsqu'on atteint le niveau du pétrole, tout l'appareil de sondage est arraché par suite de la force d'expansion des gaz souvent accumulés dans les poches de naphte. Une colonne liquide jaillit alors que l'on ne peut mâter qu'au prix de pénibles efforts ; pendant ce temps une véritable inondation noie tout le voisinage et submerge les bâtiments de l'exploitation.

Le rapport consulaire britannique sur le commerce de Batoum, Bakou, etc., pour 1912, est exceptionnellement intéressant, en ce qui touche la valeur commerciale du pétrole en Russie. « Les pétroles, y est-il dit, ont atteint des prix inconnus jusque-là au cours de l'année 1912. Depuis la fin de 1910, le prix du pétrole brut est monté de 38 centimes à 1 franc 02 ch. les 16 kg 380 g., soit d'environ 170 °/₀. » Il évolue actuellement aux environs de 1 fr. 06. Le rapport ajoute ensuite certaines observations faisant ressortir la part toujours croissante prise par de nouveaux territoires dans l'augmentation de la production.

On est loin de se rendre compte de l'importance énorme de la demande en pétrole, non seulement par l'Etranger, mais encore par la Russie. Avec le temps, cette demande sera illimitée. Et si l'on considère que le précieux combustible est livré à un prix rémunérateur, on voit aisément quelle immense source de bénéfices se présente à ceux qui s'intéressent à l'exploitation des champs pétrolifères.

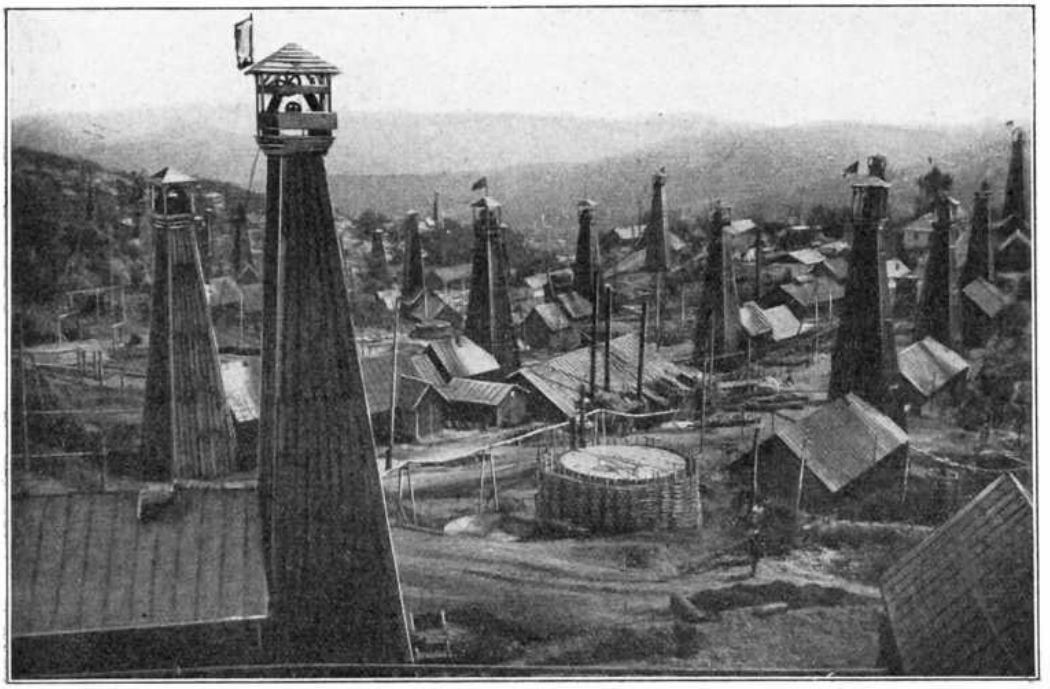
Aussi voyons-nous avec plaisir que les intérêts francais loin d'être négligés ont fortement participé aux développements importants de ces considérables sources de richesses de l'Empire russe.

Nous insistons particulièrement sur ce fait signalé par toutes les revues spéciales et principalement par la presse anglaise, que les mers et les océans sont tous les jours de plus en plus sillonnés par des bâtiments qui s'alimentent de pétrole.

Les avantages qu'en retire la navigation sont nombreux et leur énumération nous prendrait trop de place. Mais un de ceux qui frappent particulièrement après la question d'énergie et d'économie, c'est l'absence de fumée dans sa combustion.

On envisage, pour avant peu, une substitution complète au combustible solide. La grande confiance du marché russe invite à penser que les étapes déjà parcourues ne sont qu'un prélude au grand mouvement commercial qui se prépare.

Le pétrole qui apparaît comme un des derniers mots du progrès est connu depuis la plus haute antiquité. Les hommes, dit M. Auguste Perrel dans son « Histoire du Pétrole » avaient été frappés par l'existence à la surface du sol d'un liquide oléagineux, volatil, éminemment inflammable, dont ils ignoraient la nature et l'origine.



DES PUITS INNOMBRABLES S'ENFONCENT VERS LA NAPPE SOUTERRAINE DE PÉTROLE

Chacune des légères constructions de bois et de tôle qui donnent à ce champ pétrolifère son aspect caractéristique couronne la tête d'un tube de forage, dont l'établissement a coûté plusieurs centaines de mille francs. Mais en dépit de ces frais, l'importance de la quantité du précieux combustible recueillie procure aux exploitations de gros bénéfices.

Les adorateurs du feu, disciples de Zoroastre, regardaient cette huile et les gaz qui s'en dégagent, comme une personnification et une incarnation du feu céleste et divin, source de tout bien et emblème de toute science.

Le feu naturel, le feu qui brûle sans combustible apparent semble avoir pour cause originelle la volonté d'une divinité.

Bakou fut toujours la ville sainte des Guèbres, disciples de Zoroastre.

La mer Caspienne, aux eaux recouvertes de naphte, dégageant des gaz extrêmement combustibles, pouvait ainsi se transformer sous l'action de la cause naturelle la plus fortuite en un véritable lac de feu, océan infernal aux flots frangés de flammes.

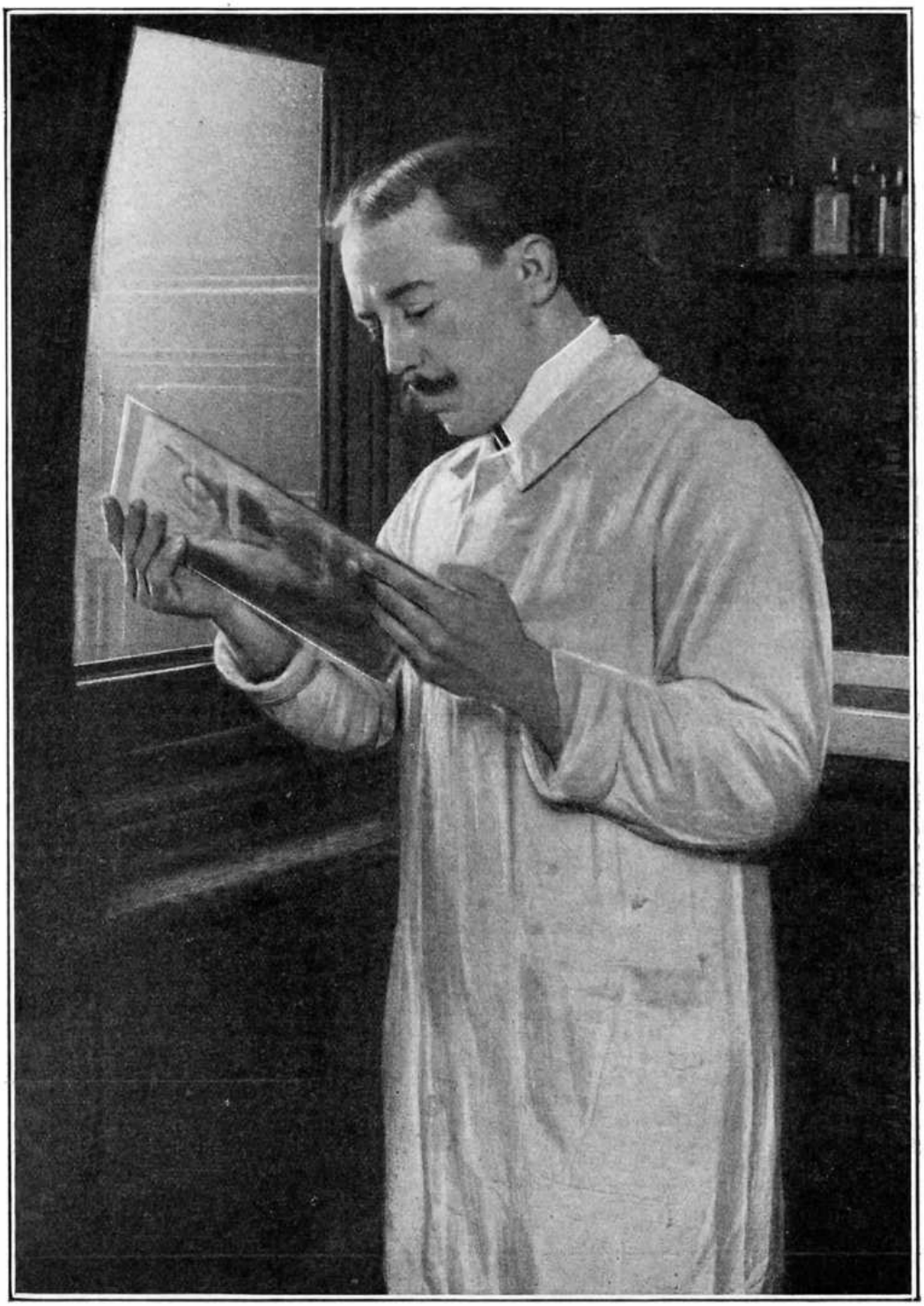
Ce sont les Grecs qui enchaînent Prométhée sur un des rochers du Caucase. Il a ravi le feu du ciel, et pour le punir, le dieu de l'Olympe l'a condamné. Enchaîné, il voit sans cesse un aigle lui dévorer le foie. Appollonius, dans « Les Argonautes », nous rapporte que cet aigle vomit une liqueur noirâtre, bitumineuse, qui rendra Jason invulnérable et que l'on appela naphte.

Ce sont encore les adorateurs de Mythra dont le père Dupuis parlait en 1795.

Il a fallu l'état agité de l'Europe pour reporter l'attention des Pouvoirs publics sur les champs pétrolifères du monde. Si, comme tout le fait espérer, nous et nos alliés les Russes rivalisons d'ardeur pour exploiter les districts pétrolifères de l'Oural, en cas de conflit européen, si l'Amérique fermait jamais ses portes, nous pourrons approvisionner, fournir de combustible notre flotte, nos chemins de fer, ainsi que nos automobiles et nos avions.

G. BENOITON.
Ingénieur civil des Mines.

Cette livraison contient les faux-titre, titre et tables du IV[e] volume (janvier, février, mars 1914).



L'impression, le développement, le fixage et le « truquage » de la pellicule tramée qui sert de point de départ à la fabrication du cliché, sont autant d'opérations délicates qui exigent du similigraveur toute l'habileté d un bon photographe.

LA LUMIÈRE EST LE BURIN QUI GRAVE NOS ILLUSTRATIONS

Par Ernest COUSTET

Il est bien surprenant que l'on n'ait pas songé à célébrer le centenaire d'une invention qui a profondément bouleversé l'art de l'illustration. C'est en 1813, en effet, que Nicéphore Niepce entreprit ses recherches en vue de simplifier, sinon de supprimer entièrement, le travail si long, si délicat du graveur. Dans son expérience, en exposant au soleil, sous le dessin à copier, une planche d'étain enduite de bitume, la couche sensible, primitivement soluble dans l'huile de naphte et dans l'essence de lavande, était insolubilisée partout où la lumière n'avait pas été interceptée par les traits opaques du modèle, et formait une réserve inattaquable aux acides. On a conservé des estampes obtenues par ce moyen; mais ce ne sont que des reproductions de dessins au trait, parmi lesquelles figure un portrait du cardinal d'Amboise qui date de 1826.

UNE DES PREMIÈRES SIMILIGRAVURES

Cette reproduction faite en 1885 d'un portrait de M. Brieux, alors directeur du Journal de Rouen, *est une des premières gravures obtenues par M. Cannevel, grâce à son procédé.*

Foucault et Fizeau s'ingénièrent les premiers à transformer une image photographique obtenue par le procédé de Daguerre en planche d'imprimerie.

Les figures du « Cours de Microscopie » de Donné ont été imprimées d'après des images Daguerriennes obtenues par Foucault, d'autre part une vue du pont d'Arcole et de la place de l'Hôtel-de-Ville, qui figure dans les « Excursions Daguerriennes » a été gravée d'après un procédé indiqué par Fizeau.

Plus tard, Alphonse Poitevin fit connaître les modifications que subissent, sous l'influence de la lumière, la gélatine et l'albumine bichromatées.

Aujourd'hui, le travail du graveur est secondé dans une large mesure par les procédés photomécaniques. La photographie a conquis de haute lutte une place importante dans les arts de reproduction. Feuilletons un livre illustré, parcourons un magazine, jetons les yeux sur un journal quotidien ou sur une affiche, consultons un programme, un catalogue : partout, nous retrouvons l'œuvre de la lumière.

L'illustration photographique n'est d'ailleurs pas restée limitée à un mode unique d'exécution, d'où pourrait résulter quelque monotonie. Les divers genres de gravure autrefois en usage : lithographie, eau-forte, bois en fac-similé ou bois en teinte, ont maintenant leur équivalent dans des procédés photo-mécaniques : *photolithographie*, à laquelle se rattache la *photocollographie* ou *phototypie ; phototypogravure*, ou gravure en relief, que l'on désigne habituellement sous les noms de *photogravure* ou de *photozincographie*, pour les reproductions de dessins au trait, et sous ceux de *similigravure* ou d'*autotypie*, pour les images à modelé continu; enfin, *héliogravure* en creux, ou gravure photographique en taille-douce.

L'examen de ces procédés, s'il fallait en analyser tous les détails, exigerait un gros volume et nous ne pouvons en donner ici qu'un rapide aperçu.

PHOTOLITHOGRAPHIE

Ce mode d'impression est actuellement peu usité. Une pierre lithographique est recouverte d'une solution d'albumine et de bichro-

mate de potasse. On fait sécher dans l'obscurité, puis on expose au jour, sous un cliché négatif. Sous l'action de la lumière, l'albumine bichromatée devient imperméable et insoluble dans l'eau. La couche impressionnée est légèrement mouillée avec une éponge douce, et on passe sur elle un rouleau garni d'encre grasse lithographique. Ce corps gras, repoussé par l'humidité, n'adhère que sur les parties rendues imperméables par l'insolation, tandis que les blancs du dessin demeurent intacts, partout où la lumière n'a pas modifié la solubilité de l'albumine non insolée.

Aujourd'hui on dispose de presses rotatives susceptibles de tirer des épreuves lithographiques. Ce procédé exige l'emploi de feuilles de zinc assez minces qu'on enroule sur le cylindre de la machine. Il est à présumer qu'on utilisera les procédés photomécaniques pour la préparation de ces zincs dans une mesure beaucoup plus large qu'avec les anciens procédés sur pierre.

PHOTOTYPIE (PHOTOCOLLOGRAPHIE)

La préparation d'une planche phototypique est une opération si simple que les amateurs obtiennent des épreuves passables avec un matériel très rudimentaire. Une glace épaisse et bien dressée est recouverte d'une solution de gélatine et de bichromate de potasse. Après dessiccation dans l'obscurité, la couche sensible est mise en contact avec un cliché photographique et exposée à la lumière. Une image positive se dessine, visible à travers la glace, en brun clair sur fond jaune. La plaque est ensuite lavée dans l'eau courante jusqu'à complète élimination du bichromate. Une fois durcie dans l'alun, la planche est prête pour le tirage.

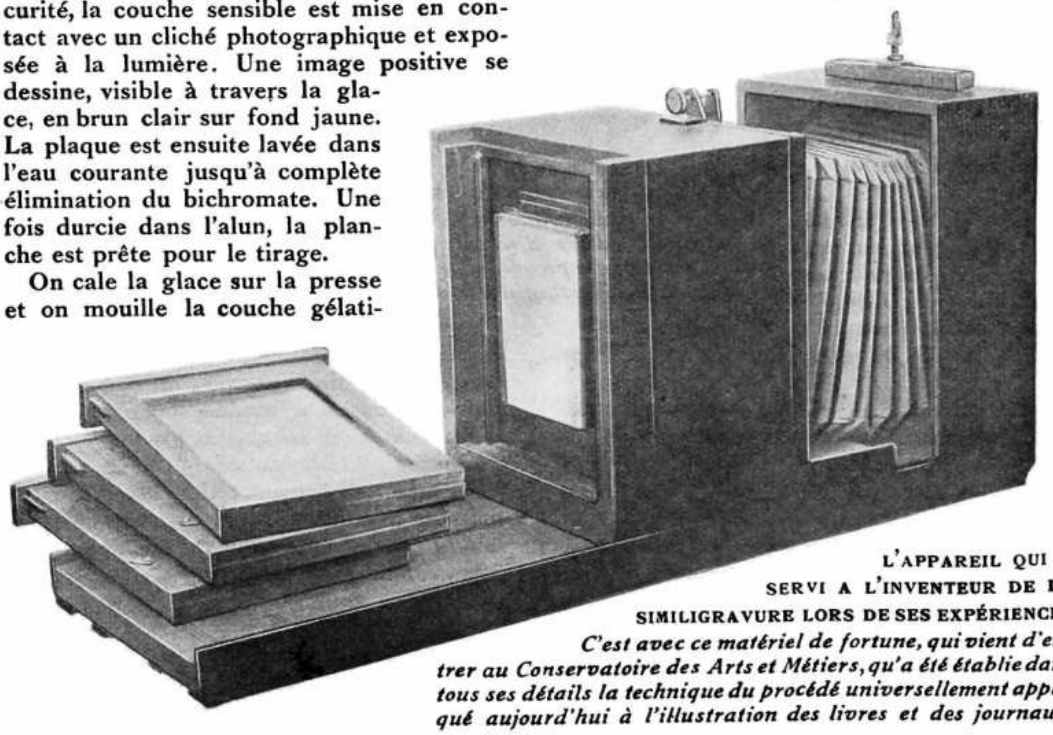
On cale la glace sur la presse et on mouille la couche gélatineuse à l'aide d'un mélange d'eau et de glycérine : l'eau est repoussée par la gélatine exposée à la lumière, tandis que la gélatine, protégée par les opacités du cliché négatif, a conservé sa perméabilité. Si l'on passe alors, sur cette face plus ou moins humectée, un rouleau garni d'encre d'imprimerie, le corps gras adhèrera à la gélatine proportionnellement au degré d'insolation réalisé en chaque point.

Dans les procédés d'amateurs, l'encrage s'exécute au moyen d'un rouleau à main, et le tirage est parfois opéré à l'aide d'une simple presse à copier les lettres. Dans l'industrie, l'encrage s'opère mécaniquement, sur des presses perfectionnées, qui permettent de tirer avec chaque planche jusqu'à 1 500 épreuves par jour.

La photocollographie doit actuellement un regain de faveur à la vogue des cartes postales. C'est la seule méthode susceptible de produire à bas prix, sur des papiers quelconques, des images rappelant, par la finesse des détails et la délicatesse des demi-teintes, l'aspect des images photographiques.

PHOTOGRAVURE

Pour imprimer une image en même temps qu'un texte, il faut des clichés formés de lignes ou de points en relief; bien que ce relief soit très faible, l'encre s'y dépose

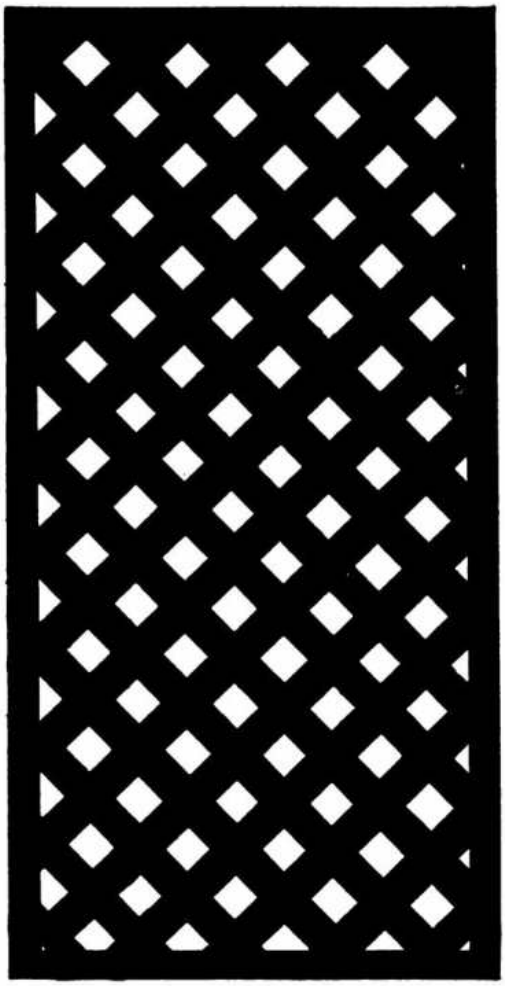


L'APPAREIL QUI A SERVI A L'INVENTEUR DE LA SIMILIGRAVURE LORS DE SES EXPÉRIENCES

C'est avec ce matériel de fortune, qui vient d'entrer au Conservatoire des Arts et Métiers, qu'a été établie dans tous ses détails la technique du procédé universellement appliqué aujourd'hui à l'illustration des livres et des journaux.

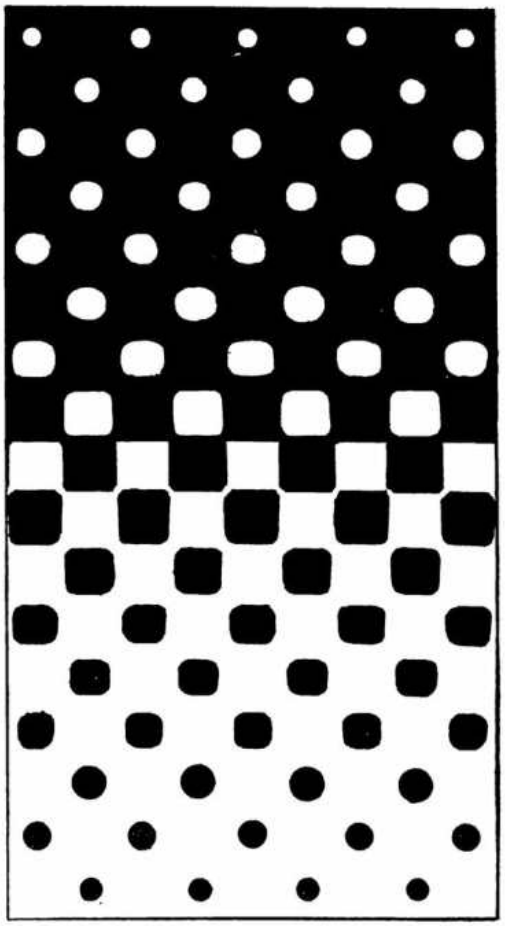
exclusivement, les creux donnant des blancs.

Les clichés qui doivent reproduire des dessins au trait sont presque toujours gravés sur zinc (d'où le nom de *photozincographie* donné parfois à la photogravure de trait). La couche sensible est formée d'albumine bichromatée ou de bitume. Dans le premier cas, on l'expose à la lumière, sous le négatif, et on la recouvre d'encre grasse. On plonge la plaque dans l'eau; l'albumine non impressionnée se dissout, entraînant l'encre qui la recouvrait, et l'image apparaît en traits noirs



L'ASPECT D'UNE TRAME DE SIMILIGRAVURE FORTEMENT AGRANDIE

Deux séries perpendiculaires de raies opaques tracées sur une lame de verre, et séparées par des bandes transparentes de même largeur, forment le quadrillage appelé trame, *que l'on intercale entre l'objectif et la plaque, afin d'obtenir un négatif où les demi-teintes de l'original sont remplacées par des pointillés.*



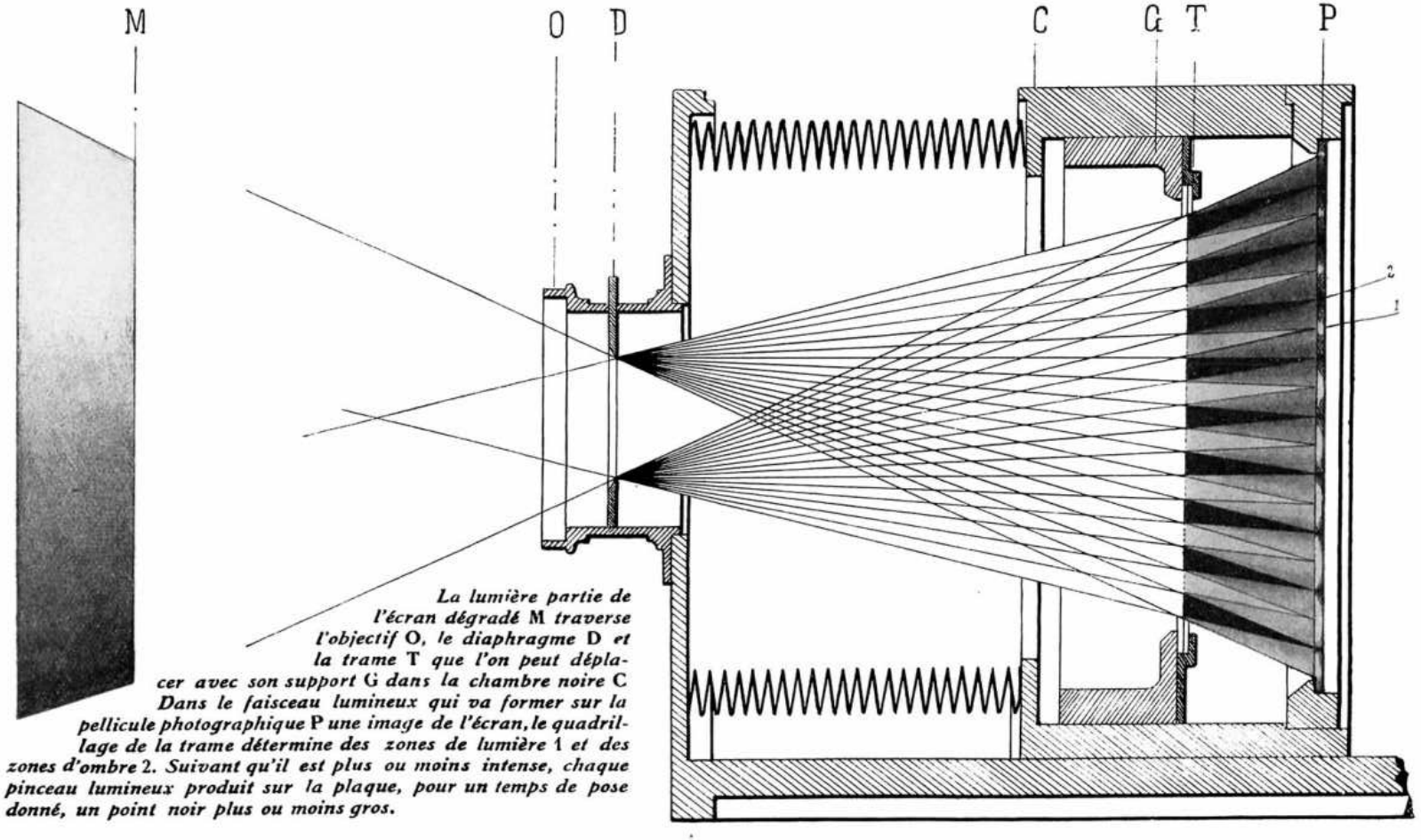
L'IMAGE D'UN PANNEAU DÉGRADÉ, OBTENUE A TRAVERS LA TRAME CI-CONTRE

Après avoir traversé la trame, la lumière forme une série de pinceaux plus ou moins intenses, suivant qu'ils proviennent de parties plus ou moins claires du panneau. D'où, sur la plaque photographique, autant de plages noires inégales qui produisent, lorsque le quadrillage est assez serré, l'illusion d'une teinte fondue.

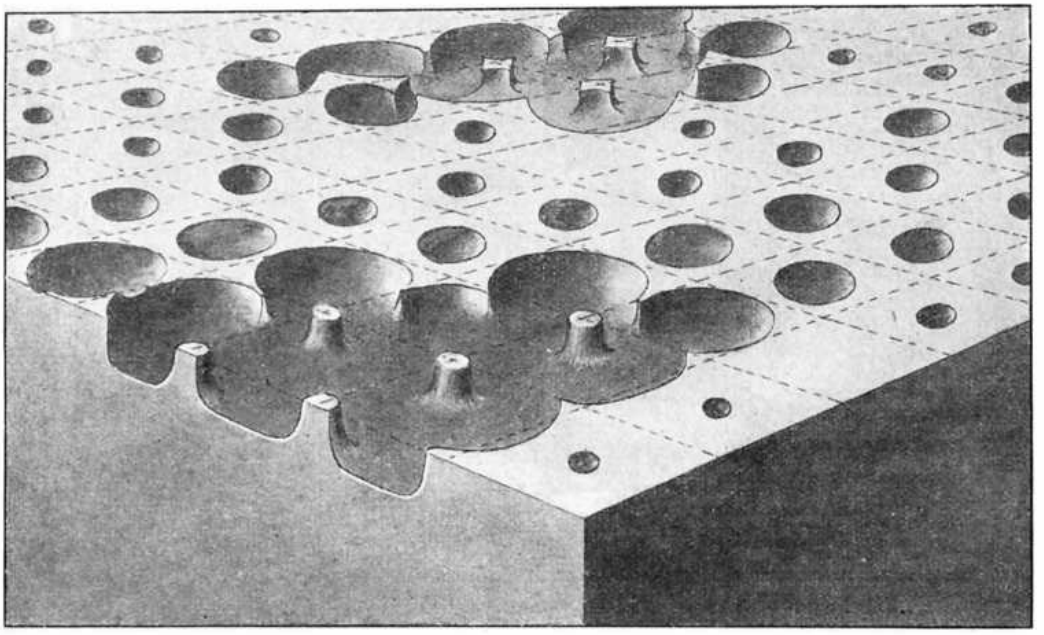
sur le fond métallique. On fait sécher, puis, comme l'encre restée sur les lignes insolubilisées ne résisterait pas suffisamment à l'acide qui va creuser la gravure, on la renforce par addition de substances résineuses. On applique donc sur l'image une poudre fine composée de cire et de résine qui adhère à l'encre grasse, mais non au métal mis à nu. On fait chauffer légèrement la plaque, de manière à fondre la cire et la résine, qui forment alors sur les traits de l'image une couche compacte résistant parfaitement au bain de morsure (solution étendue d'acide nitrique).

L'acide ronge le métal, le creuse partout

Sur la pellicule de cet appareil, les demi-teintes de l'original sont rendues par des pointillés



La lumière partie de l'écran dégradé **M** *traverse l'objectif* **O**, *le diaphragme* **D** *et la trame* **T** *que l'on peut déplacer avec son support* **G** *dans la chambre noire* **C**. *Dans le faisceau lumineux qui va former sur la pellicule photographique* **P** *une image de l'écran, le quadrillage de la trame détermine des zones de lumière* **1** *et des zones d'ombre* **2**. *Suivant qu'il est plus ou moins intense, chaque pinceau lumineux produit sur la plaque, pour un temps de pose donné, un point noir plus ou moins gros.*



C'EST A PEU PRÈS AINSI QU'UN LILLIPUTIEN VERRAIT UN CLICHÉ DE SIMILI

Les creux et les éminences du métal correspondant aux blancs et aux noirs des épreuves sont imperceptibles. Sur notre dessin, on a grossi ces rugosités pour en montrer la forme.

où sa surface n'est pas protégée par les réserves de résine et les parties correspondant aux noirs de l'image restent seules en relief. La planche, une fois gravée, est montée sur un bloc de bois dont l'épaisseur est telle que la surface des reliefs se trouve au même niveau que les caractères d'imprimerie au milieu desquels la gravure doit être placée.

SIMILIGRAVURE

Pour reproduire des images à demi-teintes, comme les épreuves photographiques, les tableaux, les lavis, il est nécessaire d'en interpréter le modelé par des combinaisons de points ou de lignes plus ou moins larges et plus ou moins espacés. C'est d'ailleurs l'artifice dont usent les dessinateurs, lorsqu'ils tracent des points ou des hachures pour donner l'illusion d'un modelé. Le cliché ne permettra d'imprimer, en réalité, que du noir pur sur le blanc pur du papier, mais les teintes claires seront représentées par des points noirs très fins et très espacés, tandis que les teintes foncées résulteront du rapprochement de touches relativement assez larges, à peine séparées les unes des autres.

Il s'agissait d'arriver au même résultat sans l'intervention du dessinateur. Tous les modes opératoires imaginés dans ce but ont pour base l'emploi d'une trame. Le succès définitif a été atteint par le procédé de la photogravure typographique, plus connu sous le nom de *similigravure américaine.* Ce procédé est d'invention essentiellement française, et l'appareil qui servit, en 1885, à l'inventeur pour obtenir le premier cliché photographique à points inégaux qui solutionna la question, vient d'entrer au Conservatoire National des Arts et Métiers.

L'idée première de la trame revient à Fox Talbot qui fit breveter en 1852 un procédé de décomposition des demi-teintes au moyen d'un réseau constitué par une étoffe fine. C'est un Français, Bertchold, qui, un peu plus tard, prit le premier brevet pour la confection de trames lignées sur verre, ce qui réalisait l'idée de Talbot.

En 1886, Deville prenait au Canada un brevet pour la fabrication des trames en damier. La même année Gauble emprisonnait entre deux glaces une gaze de Saint-Gall teinte en noir — et les frères Brummer de Winterthûr livraient au commerce des plaques au gélatino-bromure préparées sur verre tramé par la photographie.

En 1887-1888, Max Lévy, de Philadelphie, entreprenait l'exploitation du brevet Deville pour la fabrication des trames.

La même photographie reproduite avec six trames différentes

Trame 50

Trame 60

Trame 75

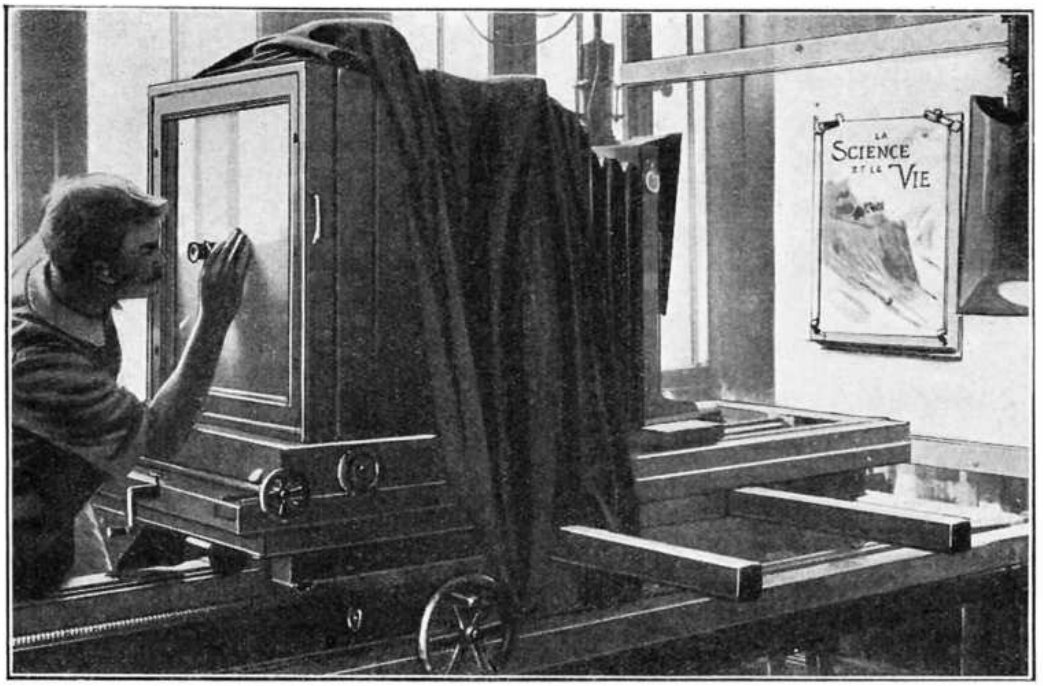
Trame 100

Trame 120

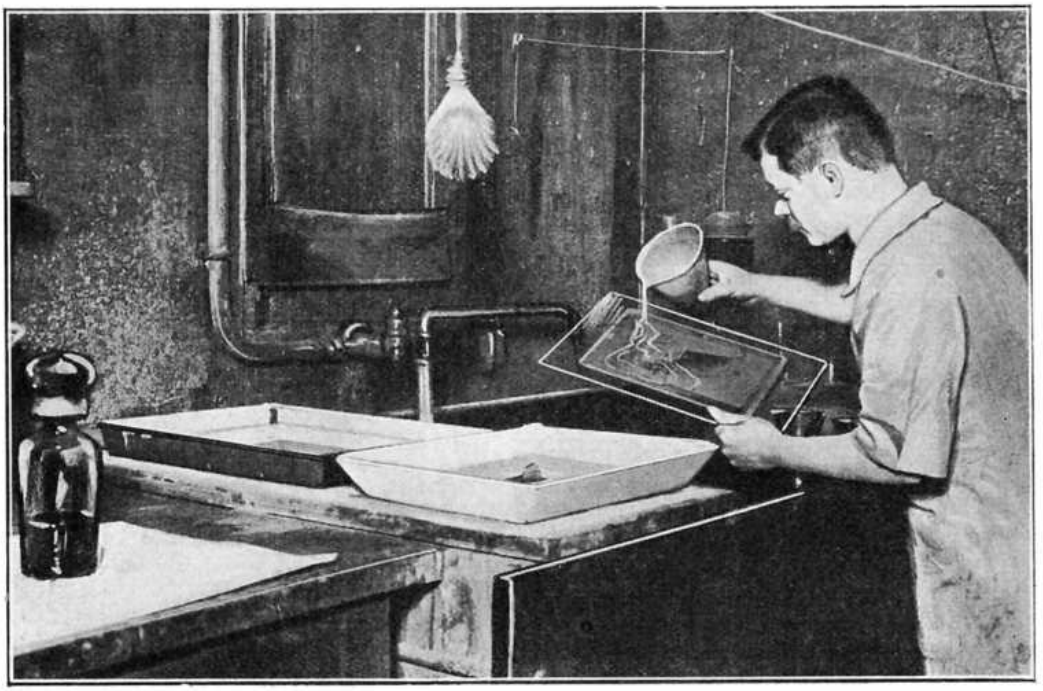
Trame 133

Ces six similigravures ont été exécutées d'après le même portrait de M^lle^ Dorgère en utilisant des trames de plus en plus serrées. Le chiffre qui caractérise chaque trame correspond au nombre de lignes qu'elle porte sur la longueur d'un pouce anglais (25 m/m 4). Les gravures des journaux quotidiens sont faites en général avec les trames 75 ou 100. " La Science et la Vie " *se sert ordinairement, pour ses figures, de la trame 120.* (Phot. Talbot)

Voici une figure obtenue en agrandissant au triple environ, par voie photographique, le premier cartouche de la page précédente, et en gravant l'épreuve obtenue sans la tramer à nouveau. On peut y voir que les taches noires et blanches qui produisent l'impression des ombres, des pénombres et des lumières les mieux nuancées, ont la même forme que celles du schéma de la page 371.



L'EMPLACEMENT DE LA TRAME DANS L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE EST DÉTERMINÉ AVEC SOIN
Avant l'exposition de la pellicule, on déplace la trame jusqu'à ce que son image, formée sur une lame de verre et regardée avec un microscope de mise au point, présente un aspect bie défini.



LA PELLICULE IMPRESSIONNÉE EST DÉVELOPPÉE, FIXÉE ET TRUQUÉE DANS UNE CHAMBRE NOIRE
Les pellicules de collodion sensibilisées par une solution d'azotate d'argent qu'emploient les similistes sont très délicates ; on les manipule à la main en versant les réactifs à l'aide d'un verre.

Avec tous ces procédés les lignages et les quadrillages obtenus étaient réguliers, d'égale grandeur, et les demi-teintes restaient indiquées seulement par les différentes tonalités du cliché.

Il fallait alors, pour obtenir la gravure d'un tel cliché, faire ronger à l'acide certaines parties en épargnant graduellement certaines autres, et finalement le graveur devait, à l'échope, procéder à certains remaniements et par maintes retouches, remettre l'image en valeur et lui donner des lumières.

L'innovation imaginée par M. Edouard Cannevel consiste à intercaler dans la chambre noire, entre la plaque sensible et l'objectif, une trame sur verre, pouvant être placée à distance convenable.

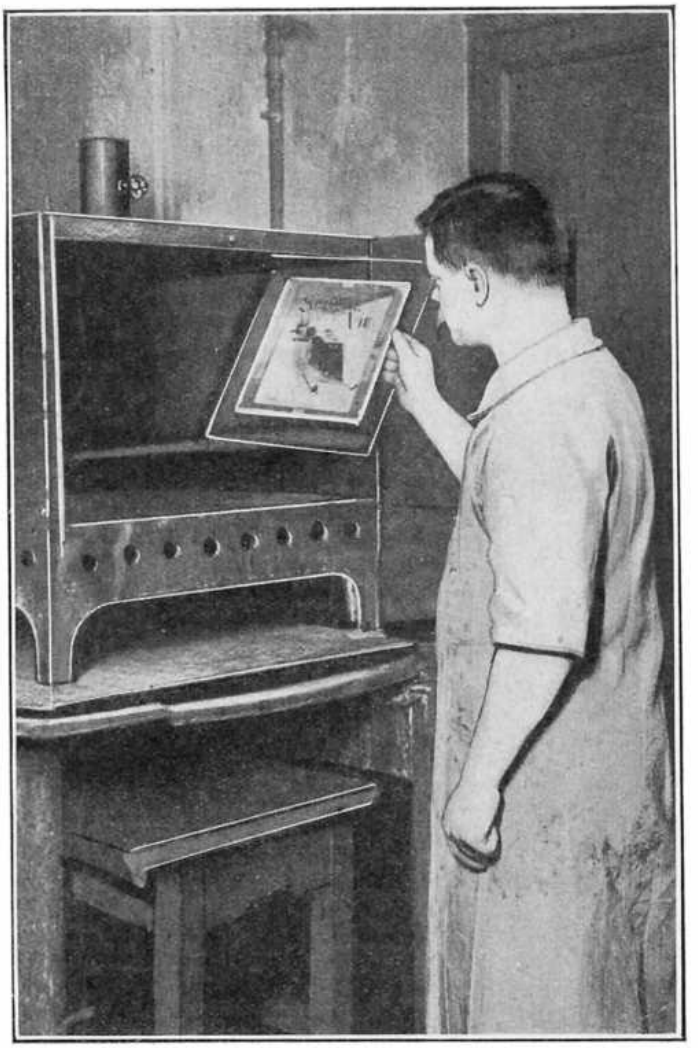
La présence de cette trame a pour résultat de transformer une image à modelés continus d'opacité variable en une image discontinue formée exclusivement de points d'une même opacité mais d'inégales dimensions et dont l'assemblage plus ou moins espacé donne la sensation de teintes reproduisant exactement les valeurs de l'image originale.

C'est par des recherches empiriques que l'inventeur solutionna la question ; l'explication du phénomène ne vint que plus tard.

Nombreux sont les auteurs qui ont proposé des théories sur le rôle de la trame. Nous nous bornerons à indiquer succinctement le principe de celle émise par M. Ch. Féry, professeur à l'Ecole de Physique et Chimie et à l'Ecole du Livre, que dix années d'expérimentation ont confirmée. Le 11 mai 1908, MM. H. Calmels et L.-L. Clerc présentèrent à l'Académie des Sciences une note complémentaire à cette théorie. Nous nous rapporterons dans cet exposé aux figures schématiques qui illustrent cet article.

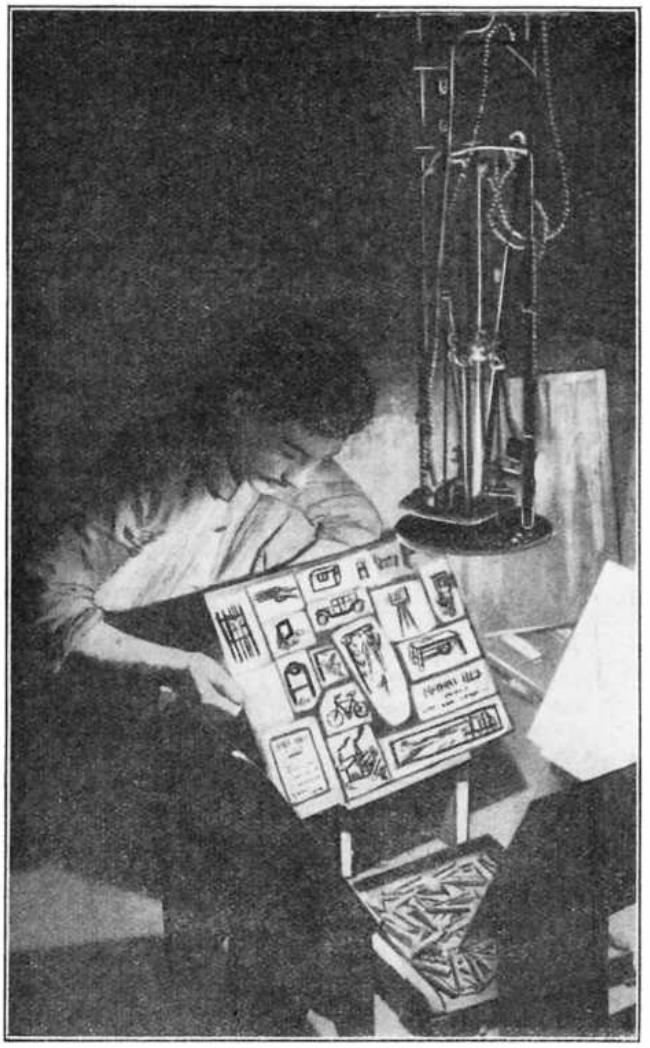
La figure de la page 372 représente une chambre noire munie d'un objectif quelconque, dans laquelle la trame peut se déplacer entre l'objectif et la plaque sensible.

La distribution de la lumière est limitée par un diaphragme. On remarquera que derrière chaque maille transparente de la trame, le diaphragme, jouant le rôle de source lumineuse secondaire, projette des faisceaux lumineux qui, par leurs croisements, forment des cônes de lumière, tandis qu'ils laissent, derrière chaque point opaque, une zone d'ombre où la divergence des rayons lumineux délimite nettement des



LE NÉGATIF ACHEVÉ EST MIS A SÉCHER DANS UNE ÉTUVE

Jusqu'à ce moment la pellicule de collodion est collée sur une plaque de verre; une fois qu'elle sera sèche, on pourra la détacher de son support pour l'appliquer seule, et dans le sens voulu, sur la plaque de métal qui deviendra le cliché.



A TRAVERS LA PELLICULE, LE MÉTAL EST EXPOSÉ A LA LUMIÈRE

Dans cette opération, appelée insolation, *les rayons d'une lampe à arc viennent frapper la couche de gélatine bichromatée qu'ils insolubilisent à l'emplacement des blancs du négatif, tandis qu'ils ne peuvent l'altérer là où elle est protégée par les noirs contre l'action de la lumière.*

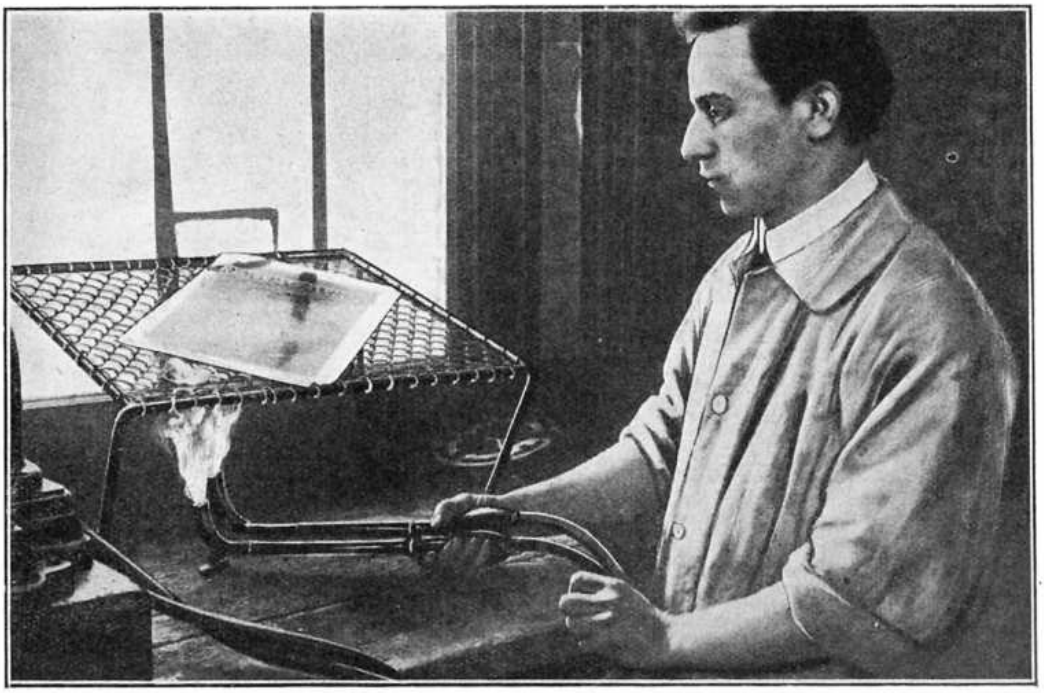
cônes d'ombre qui sont raccordés aux cônes de lumière par des régions de pénombre dégradée. Nous supposons que la trame employée est quadrillée et du genre de celle représentée à la page 371 et qui fut amplifiée pour la démonstration, qu'elle est normale, c'est-à-dire à bandes noires égales aux intervalles transparents et que les deux linéatures se croisent à angle droit. Dans ces conditions, le sommet des cônes de pleine lumière et les sommets des cônes d'ombre sont dans le même plan. Ce sont tous ces cônes de lumière qui viennent former des taches d'une même opacité en impressionnant l'épaisseur totale de la pellicule sensible ; mais la grandeur de ces taches varie avec l'intensité lumineuse de chacun de ces cônes de lumière et de leur zone de pénombre ; plus ou moins larges dans les parties correspondant aux zones plus ou moins claires de l'image, elles sont plus ou moins petites dans les parties plus ou moins sombres, parce que, dans ces régions, seul le sommet du cône de lumière a pu impressionner la couche sensible pour un temps de pose donné.

Dans les demi-teintes intermédiaires ces taches affectent la forme d'un damier dont la linéature est orientée à 45° de celle de la trame. A mesure qu'elles deviennent plus petites, ces taches s'arrondissent et cela aussi bien dans les réserves faites dans les noirs par les sommets des cônes d'ombre

Comme on va le voir, non seulement le temps de pose pour l'obtention de ces clichés joue un grand rôle, mais l'écart qui doit exister entre la trame et la plaque sensible, écart qui varie suivant l'ouverture du diaphragme employé, est des plus importants.

La mise au point doit se faire sur le verre dépoli en enlevant la trame ou en l'écartant du côté de l'objectif, afin de ne pas nuire à cette opération ; ensuite, il faut rapprocher la trame le plus possible jusqu'à ce que le quadrillage soit nettement visible, puis l'éloigner progressivement en observant, à l'aide d'un microscope de mise au point, le moment précis où les points noirs formés par l'intersection des lignes de la trame, se réduisant de plus en plus, arrivent à disparaître.

On peut réduire l'ouverture du diaphragme à volonté, mais par manœuvres successives, jusqu'à réapparition des points noirs et écarter à nouveau la trame jusqu'à l'évanouissement de ces points noirs.



PAR CETTE CUISSON LA COLLE INSOLUBLE EST TRANSFORMÉE EN « ÉMAIL »

Après l'insolation, on élimine par un lavage à l'eau les parties de la couche de colle qui, abritées par les noirs du négatif, sont demeurées solubles. La plaque est ensuite posée sur un gril et chauffée avec un bec de gaz. La chaleur transforme la colle insolubilisée en une sorte de caramel, improprement appelé « émail », capable de résister aux bains de morsure.

C'est à ce moment précis que la trame est en bonne position.

Il s'agit alors de repérer l'emplacement exact de la trame, afin de pouvoir, après toutes les manipulations de châssis, la remettre en place pour l'exposition du cliché.

Dans l'appareil primitif de M. Cannevel, ce repérage se faisait à l'aide d'une vis moletée fixée au-dessus de l'appareil, mais dans les appareils modernes perfectionnés, le déplacement de la trame est commandé par crémaillère et le repérage se fait à l'aide d'une vis micrométrique de butée.

Nombre de photogravures perdent en grande partie les valeurs de l'original, faute pour la trame d'avoir été mise en place comme il convient.

Les gravures ainsi obtenues n'ont besoin d'aucune retouche, car elles possèdent toutes les valeurs de l'original si la trame a été placée à distance convenable et surtout si l'on a pas abusé du diaphragme.

Parmi les clichés de l'époque, retrouvés en même temps que l'appareil exposé aux Arts et Métiers, figure un portrait de M. Brieux, de l'Académie française, que nous reproduisons également.

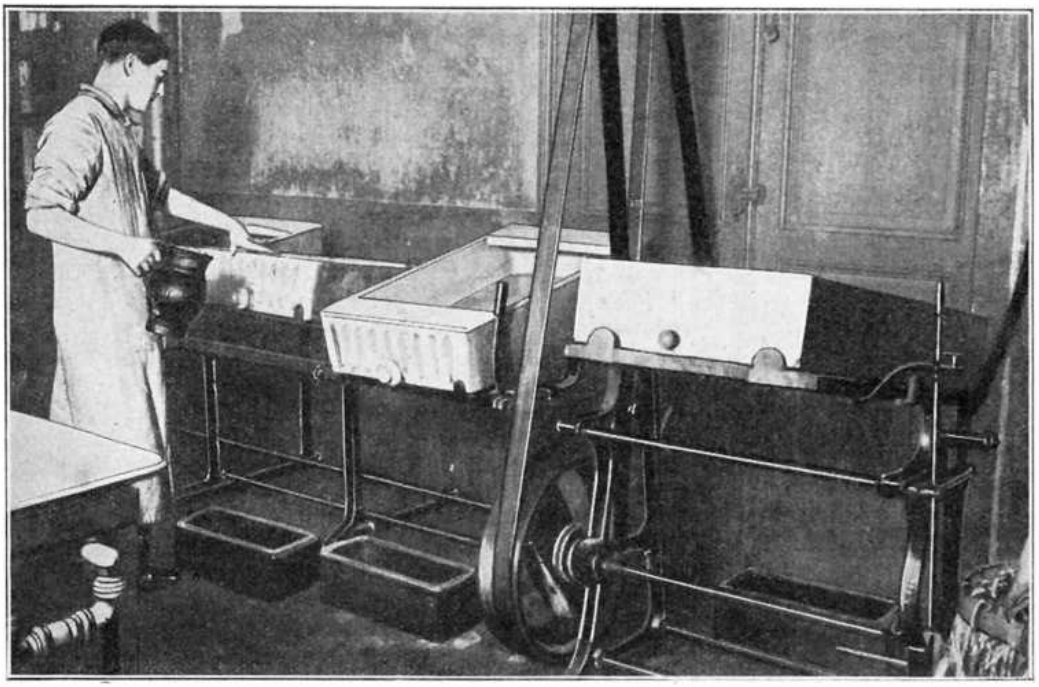
M. Edouard Cannevel fabriquait ses trames lui-même en photographiant au collodion des rayures imprimées sur indienne.

Malheureusement l'industrie du moment n'était pas prête à recevoir son invention, il n'y avait ni papier, ni encre, ni machine permettant d'imprimer des reliefs si peu appréciables. Le papier couché n'était pas né et nos papiers de journaux actuels sont des papiers de luxe à côté de ceux de l'époque.

D'autre part, on n'a pas encore réussi en France à graver une trame sur verre. La Société d'Encouragement a promis, à qui pourrait le faire, un prix de 3 000 francs qui, croyons-nous, n'est pas encore décerné. Seuls les Américains, merveilleusement outillés, y sont parvenus quelques années plus tard; aujourd'hui, l'Allemagne et la Belgique livrent également au commerce des trames de verre.

C'est probablement la raison pour laquelle ce procédé si français est connu sous le nom de *similigravure américaine.*

Voici comment on applique de nos jours le procédé de la similigravure.

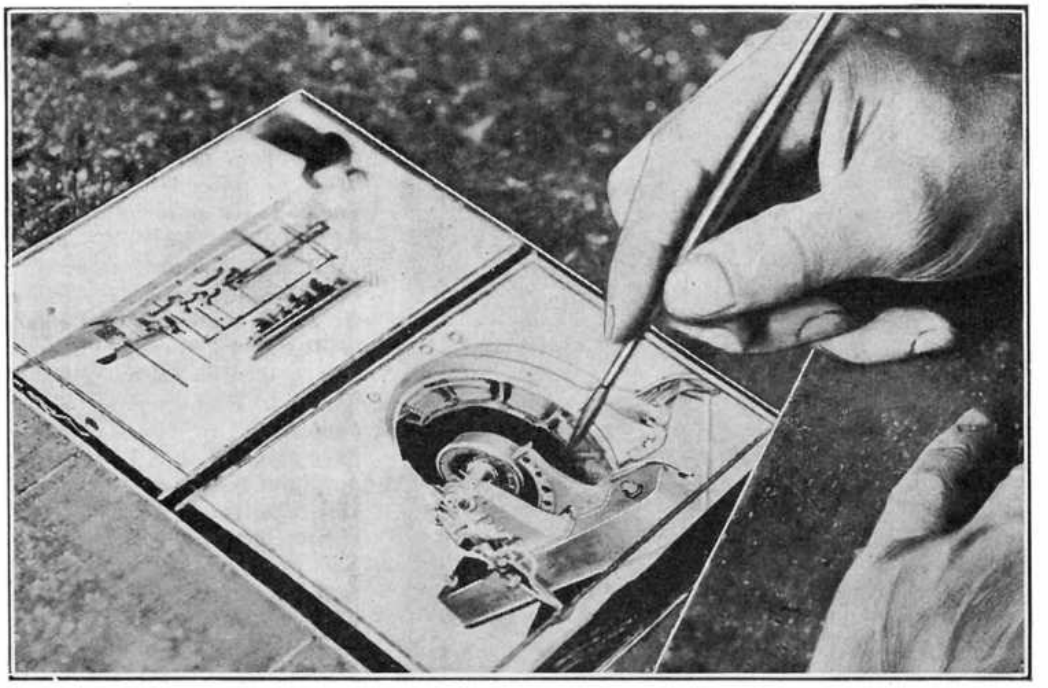


LA « MORSURE » DES CLICHÉS SE FAIT DANS DES CUVES BASCULANTES

Suivant que la plaque métallique est en zinc ou en cuivre, on « mord » à l'acide azotique ou au perchlorure de fer. La première attaque creuse le cliché partout où la colle était partie au lavage.

LE CLICHÉ EST SAUPOUDRÉ DE RÉSINE ET PORTÉ SUR UNE TABLE CHAUFFANTE

Après la première morsure, pour rendre le grain plus visible, on blanchit la surface du cliché avec de la résine en poudre, que l'on fait pénétrer dans les creux en la fondant partiellement.



SUR LE CLICHÉ, ON VERNIT AU PINCEAU LES PARTIES OU LE MÉTAL EST ASSEZ MORDU
Afin de rendre moins apparents, dans certaines régions du cliché, les « grains de simili », il faut attaquer ces parties plus longuement que les autres. On y arrive en soumettant la plaque à une ou plusieurs morsures supplémentaires, après avoir bouché au pinceau, avec un vernis spécial, les creux que l'on trouve suffisamment prononcés.

Le modèle à reproduire est photographié à l'aide d'une chambre noire contenant, en avant de la plaque sensible, une trame analogue à celle dont nous avons reproduit un fragment très agrandi. Cette trame est formée de deux glaces sur chacune desquelles ont été gravées des lignes parallèles rendues opaques par l'application d'un vernis. Les deux glaces sont superposées de telle sorte que les deux séries de lignes se croisant à angle droit forment un quadrillage.

D'après ce qui précède, le cliché négatif obtenu derrière ce réseau offre un aspect tout particulier. Sur tous les points de la surface, chaque maille de la trame se trouve représentée, mais de façon bien différente, suivant l'intensité de l'insolation : les blancs du modèle sont traduits par des points transparents très petits situés dans une plage opaque, les teintes moyennes par une sorte de damier blanc et noir, et les noirs par des points opaques aussi fins que des pointes d'aiguille. Ce négatif donnera évidemment un positif où les points blancs seront remplacés par des points noirs, et réciproquement : l'image définitive aura ainsi la structure que l'on peut aisément analyser à l'œil nu ou en s'aidant d'une loupe, sur les gravures qui illustrent notre revue ou toute autre publication.

La planche sur laquelle on grave l'image tramée est une plaque de cuivre ou de zinc Le cuivre est ordinairement appliqué aux travaux de luxe; le zinc, aux travaux urgents ou peu soignés. Quel que soit le métal employé, la couche sensible dont on la recouvre est une solution de colle de poisson soluble à froid, additionnée de bichromate de potasse. Cette couche une fois sèche est mise en contact avec le négatif tramé et exposée à la lumière. On lave ensuite la plaque dans l'eau, qui dissout la colle sur tous les points préservés de l'action lumineuse par les parties opaques du phototype. On fait sécher, et on place la plaque sur un gril métallique chauffé au gaz : la cuisson transforme la colle en un corps suffisamment résistant au bain de morsure. Ce corps n'est, en somme, qu'une sorte de caramel, bien que les photograveurs le qualifient d'*émail*.

Le mordant est l'acide nitrique dilué pour

LES CLICHÉS TERMINÉS SONT PARFOIS RETOUCHÉS A L'OUTIL

Pour modifier certains détails de l'illustration, des ouvriers d'une habileté consommée, recrutés souvent parmi les graveurs sur bois, travaillent au burin la surface du métal, en s'aidant d'une loupe à fort grossissement.

les clichés sur zinc, et le perchlorure de fer pour les clichés sur cuivre. Le métal est creusé partout où sa surface n'est pas protégée par la couche d'émail. Quand les cavités ont atteint la profondeur voulue, on nettoie la planche, et on la monte sur bois.

Ce procédé est le seul qui permette de tirer, en quelques heures, à des milliers d'exemplaires, par les moyens ordinaires de l'imprimerie, des images incorporées à un texte. La similigravure est actuellement le plus pratique et le plus universellement répandu des modes de reproduction.

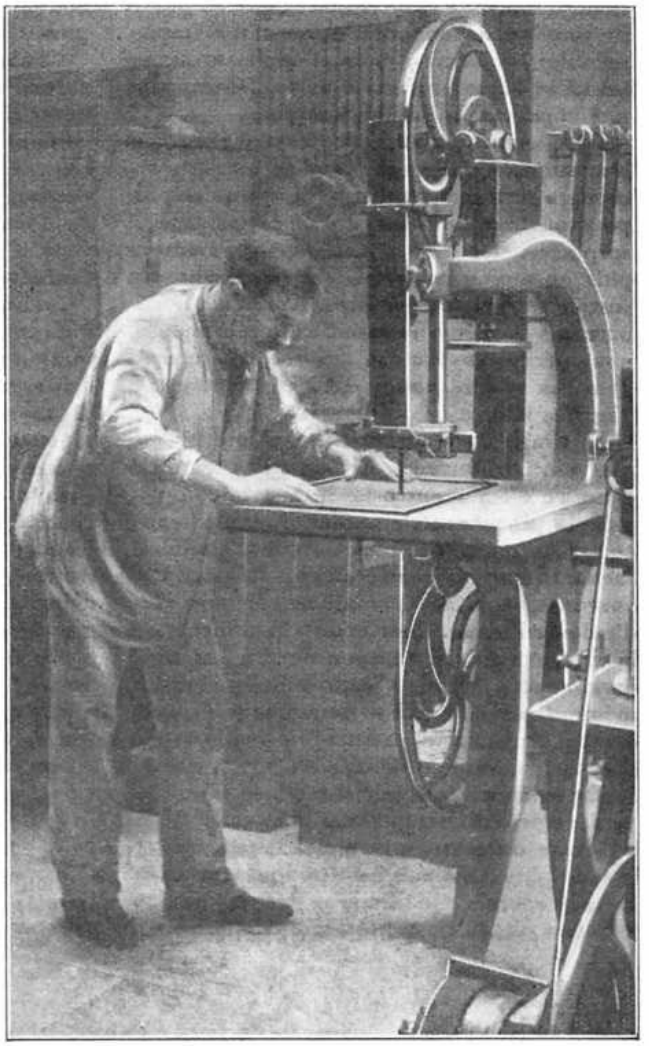
La photogravure en taille-douce elle-même est obtenue aujourd'hui par ce principe avec des trames si fines qu'elles disparaissent souvent au tirage.

Au cours des dernières années, ce procédé de gravure a multiplié les publications illustrées dans des proportions inouïes, en même temps qu'il les rendait accessibles à tous. Et ce ne sont pas seulement les livres, les revues hebdomadaires ou mensuelles qui utilisent à profusion la *simili*, comme on l'appelle quelquefois par abréviation : les grands quotidiens eux-mêmes y ont constamment recours, et le goût chaque jour plus affirmé du public pour l'information rapide et le document vécu a créé un nouveau mode d'enquête, le reportage photographique.

Dans l'activité fébrile de l'existence moderne, on a rarement le loisir de consacrer à la lecture de longues séances, et les journaux, reflets de l'opinion publique et des exigences sociales, tendent visiblement à substituer de plus en plus les photographies aux textes descriptifs. Faut-il en conclure, comme le croient certains observateurs peu clairvoyants, que le niveau moyen de l'instruction en sera abaissé? Ce serait une erreur, car la photographie remplace avantageusement la plus longue, la plus minutieuse explication et, bien mieux qu'une lecture parfois rebutante, fait tout comprendre d'un coup d'œil, en même temps qu'elle le grave mieux dans la mémoire. Et la vérité, la sûreté des informations ont tout à gagner d'un texte bref se bornant à commenter sobrement le document graphique.

On a critiqué ce mode de reproduction à cause du quadrillé qui reste apparent sur les travaux ordinaires. Ce défaut est peu sensible, quand la trame est d'une extrême finesse; mais une telle trame exige un matériel de premier choix, un personnel habile, un très beau papier et des encres de qualité supérieure. Pour les grandes affiches on emploie des trames contenant seulement 20

à 25 lignes par centimètre; pour les journaux quotidiens, les trames ont environ 30 lignes au centimètre; elles en ont 40 à 50 pour les travaux courants exécutés sur des papiers de qualité moyenne, 60 à 70 pour les éditions de luxe, pour les catalogues de très grand luxe et pour certaines reproductions de travaux très fins (micrographies). Les trames de finesse moyenne sont les plus usitées parce qu'elles permettent de concilier, dans une certaine mesure, les exigences artistiques avec les nécessités économiques. On n'obtient cependant un bon rendement qu'à la condition d'employer des papiers couchés ou tout au moins très fortement laminés.



POUR LE MONTAGE, ON DÉCOUPE LES CLICHÉS A LA SCIE

Le découpage est le début d'une série d'opérations mécaniques qui ont pour but de monter le cliché sur une plaque de bois, afin de lui donner l'épaisseur nécessaire pour le mettre de niveau avec les caractères typographiques.

HÉLIOGRAVURE OU TAILLE-DOUCE

Sur les planches gravées au burin ou à l'eau-forte, les noirs de l'image se trouvent représentés, non par des reliefs, mais par des tailles étroites plus ou moins espacées et plus ou moins profondes. A chaque nouvelle épreuve que l'on tire, il faut d'abord recouvrir uniformément la planche d'une encre assez fluide pour pénétrer dans tous les creux. Il faut ensuite en essuyer la surface, jusqu'à ce qu'elle soit très brillante et que les tailles restent seules remplies d'encre. En mettant alors sous presse, contre un papier assoupli par l'humidité, on obtient une épreuve.

L'héliographie de Niepce fournissait des estampes analogues sans l'intervention du graveur, mais ne reproduisait que des dessins au trait. Elle ne s'appliquait pas aux images à demi-teintes continues, car, si de larges espaces noirs ou gris étaient traduits sur la planche par de larges creux, l'encre n'y pourrait pas rester et serait emportée à l'essuyage.

Pour la facilité de l'encrage, le liquide est retenu dans les creux par de petites aspérités que l'on obtient de la manière suivante; la planche de cuivre poli est recouverte de résine en poussière, ce qu'on obtient en introduisant la plaque dans une armoire à l'intérieur de laquelle flottent dans l'air des grains très fins de résine. On chauffe la plaque pour faire adhérer les grains; dans la suite des opérations, ils forment réserve et résistent aux acides, en créant ainsi les petites aspérités désirées.

On utilise des plaques de cuivre, parfaitement planées et polies, que l'on recouvre de gélatine bichromatée. On expose cette couche sous un positif. Les parties noires opaques du modèle protègent la couche sensible, qui conserve sa perméabilité; les

demi-teintes, laissant passer plus ou moins de lumière, la rendent plus ou moins imperméable; les blancs, enfin, n'opposant aucun obstacle à l'action de la lumière, déterminent une imperméabilisation complète.

Plongeons maintenant la planche dans une solution de perchlorure de fer: le mordant ne pourra atteindre le cuivre qu'en proportion de la perméabilité de la gélatine; il respectera les blancs de l'image, attaquera plus ou moins les demi-teintes et creusera surtout les grandes ombres. Après avoir débarrassé le métal de la pellicule gélatineuse, nous vérifierons que sa surface, très creuse dans les parties noires, est à peine attaquée dans les blancs.

Le tirage s'effectue à l'aide d'une presse très simple formée d'un plateau et d'un cylindre d'acier entre lesquels sont comprimés la planche et le papier. Il exige beaucoup de soins et des ouvriers habiles, sachant modifier entièrement l'aspect des épreuves, suivant la manière de poser et d'enlever l'encre. Pour encrer la planche, on la frotte avec un tampon de linge trempé dans l'encre grasse. Quand elle est uniformément noire, l'artiste imprimeur l'essuie d'abord avec une mousseline raide, puis avec un chiffon très doux, n'effleurant que la surface du cuivre, sans vider les tailles. Le papier, préalablement humidifié et frotté à la brosse dure, qui en amollit l'épiderme et le rend plus moelleux, est appliqué contre la surface encrée. On dispose par-dessus des flanelles dont l'élasticité facilitera la pénétration du papier dans les tailles, et on fait passer le tout sous le cylindre compresseur.

Chaque épreuve exige un nouvel encrage suivi d'un essuyage, et, si ces manipulations ne sont pas exécutées avec toute l'attention voulue, la meilleure planche ne donnera rien de bon. Par là s'explique le prix élevé des images tirées en héliogravure. Ce prix et la lenteur de l'impression du procédé qui vient d'être décrit ont suggéré divers perfectionnements.

Au lieu de grainer la plaque comme on l'a indiqué, on provoque à sa surface la formation d'un quadrillage très fin résistant aux acides et obtenu par une trame spéciale. Lors de la morsure, les intervalles se creusent plus ou moins profondément en formant de petites alvéoles qui retiennent l'encre. Cette structure de la planche permet de remplacer l'encrage et l'essuyage à la main par des dispositifs mécaniques. Une règle d'acier frottant sur la surface encrée enlève l'excès d'encre. Ce pricipe appliqué à des clichés gravés sur des cylindres permet de tirer 5 000 et 6 000 exemplaires à l'heure. On a donné le nom de *rotogravure* à ce procédé d'héliogravure rotative qui permet d'illustrer en taille-douce toutes sortes de papiers, même ceux des journaux quotidiens.

Ernest COUSTET.

Les photographies qui illustrent cet article ont été prises dans les ateliers de MM. Laureys frères et dans ceux de MM. Reymond et Cie.

LA TERRE MANQUERA-T-ELLE BIENTOT DE CHARBON ?

La question de l'épuisement des houillères est d'une importance primordiale pour les pays industriels; elle n'est pas neuve et il y a longtemps que les différentes nations s'en sont préoccupées.

En 1861, Hull évalua les réserves de charbon en Angleterre à 80 000 millions de tonnes et calcula qu'elles suffisaient pour 800 ans. Le professeur Stanley Jevous affirma d'autre part que les réserves anglaises seraient épuisées au bout d'un siècle. Ces évaluations inquiétèrent tellement la Grande-Bretagne qu'en 1866 une Commission Royale fut instituée pour les vérifier. Elle estima la contenance des mines anglaises à 147 000 millions de tonnes, suffisantes pour 261 ans, en admettant que l'exploitation s'accrût annuellement de trois millions de tonnes. Quelle que soit l'exactitude de ces chiffres, il est alarmant de penser que dès la fin du XXIe siècle les réserves de l'Angleterre pourraient être épuisées.

D'après le professeur Fischer, qui fait autorité en la matière, l'Allemagne possède des réserves pour mille ans. Engler-Carlsruhe dit que les provisions de l'Allemagne sont de 416 milliards de tonnes, celles de l'Angleterre de 193, celles de la Belgique de 20, celles de la France de 19, celles de la Russie de 150 et celles de l'Europe entière de 700 milliards de tonnes. Enfin, la richesse houillère des Etats-Unis est évaluée à 630 milliards et celle de la Chine serait à peu près équivalente.

ON MESURE LES CHOCS DE NOS VOITURES ET LES TRÉPIDATIONS DE NOS IMMEUBLES AVEC L'ACCÉLÉROMÈTRE DE MM. BOYER-GUILLON & AUCLAIR

Par M. A. BOYER-GUILLON

CHEF DE LA SECTION DES MACHINES AU LABORATOIRE D'ESSAIS
DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS

Le problème du transport des voyageurs et des marchandises ou celui de la circulation en général, devient de plus en plus difficile à résoudre surtout dans les grandes villes.

Il faut, en effet, y ménager les intérêts très divers de trois facteurs intimement liés : le véhicule, la route sur laquelle il chemine et les riverains dont les immeubles sont influencés par l'état de la chaussée et la nature du locomoteur qui s'y meut.

A Paris, en particulier, la situation se trouve considérablement aggravée par l'état du sous-sol de la grande cité perforé et miné en tous sens par les catacombes, le métropolitain et le réseau compliqué des égouts. Ajoutez à cela les gros véhicules à traction mécanique dont le nombre et le poids s'accroissent tous les jours, et vous ne serez pas surpris d'apprendre que les trépidations qui secouent nos maisons sont devenues assez gênantes pour provoquer de la part des habitants de légitimes réclamations.

Les intérêts opposés de l'entrepreneur de transport, du propriétaire de l'immeuble et de la ville à qui incombe l'entretien de la chaussée, ont forcément amené des froissements qui ont abouti à l'action judiciaire.

Mais alors s'est posée la question de fixer par une mesure précise la nature des vibrations engendrées ou supportées par ces trois éléments. C'est dans ce but qu'avec mon collègue, M. Auclair, nous avons créé l' « *accéléromètre* » que nous allons décrire et qui permet d'étudier non seulement les percussions auxquelles le véhicule est soumis, mais tout aussi bien celles qu'il fait naître sur la chaussée ou dans les immeubles qui la bordent.

Un corps soumis à un état vibratoire se fatigue, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus rapidement en un point considéré que la variation de la vitesse dans le temps en ce point est la plus grande.

C'est cette variation de la vitesse ou *accélération* que l'*accéléromètre* permet de mesurer.

Quand dans un véhicule qui marche à une

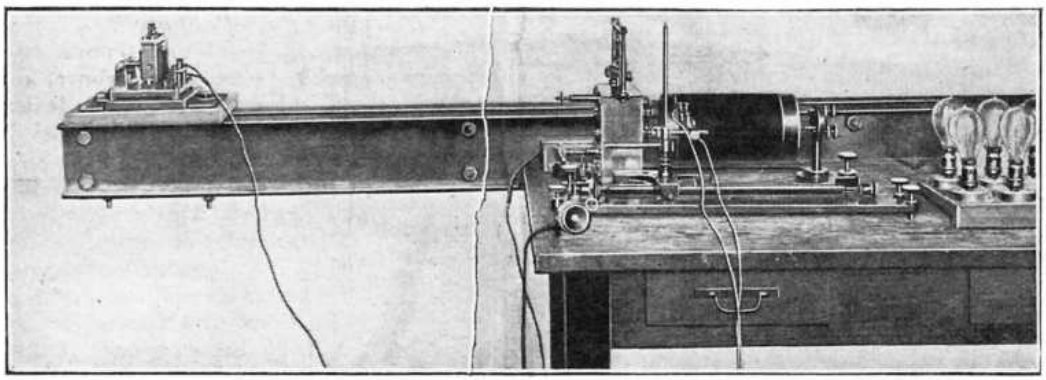


FIG. 1. — L'ACCÉLÉROMÈTRE DE MM. BOYER-GUILLON ET AUCLAIR ET SON ENREGISTREUR

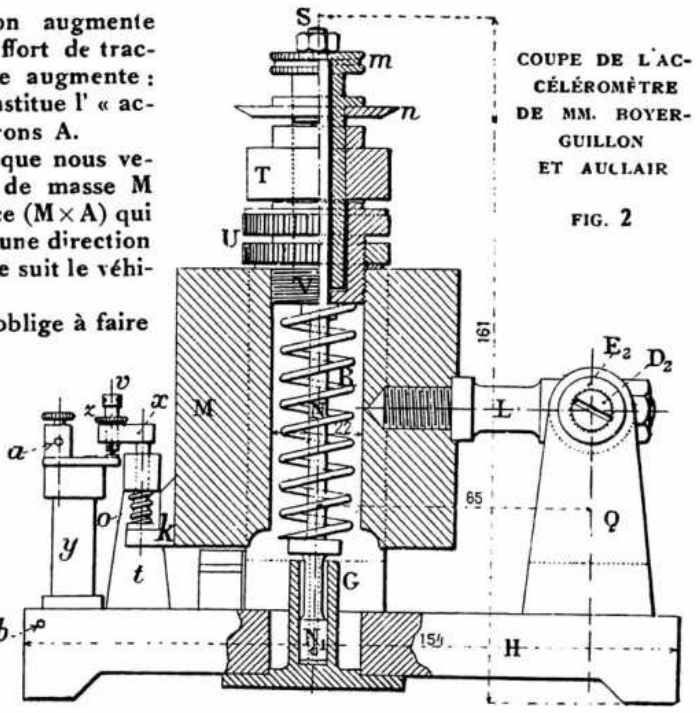
Pour étudier, pendant une durée assez longue, les trépidations qui se produisent sur une chaussée, ou dans un immeuble, on installera dans le lieu d'observation trois accéléromètres préalablement réglés pour être respectivement déclanchés par des accélérations négligeables, tolérables et dangereuses ; chacun de ces appareils étant connecté à un enregistreur électromagnétique, les encoches tracées sur le cylindre par le style correspondant à l'un d'eux, dénoteront l'existence d'une accélération appartenant à l'une ou à l'autre des trois catégories.

certaine vitesse uniforme on augmente brusquement la valeur de l'effort de traction, immédiatement la vitesse augmente : cette variation de la vitesse constitue l' « accélération » que nous appellerons A.

Elle fait naître dans le cas que nous venons de choisir sur un objet de masse M placé dans le véhicule une force (M × A) qui tend à déplacer cet objet dans une direction exactement opposée à celle que suit le véhicule.

C'est cette force qui nous oblige à faire un effort énergique pour éviter d'être projeté à terre pendant l'action du freinage des trains du métropolitain; mais dans ce cas elle agit dans le sens même du mouvement; au moment du démarrage elle agirait en sens inverse.

Cette force qui naît quand la vitesse du véhicule varie et qui tend à renverser le voyageur est précisément la même que celle qui tend à disloquer les pierres d'un édifice; dislocation à laquelle le mortier qui constitue les joints des assises a pour objet de s'opposer.

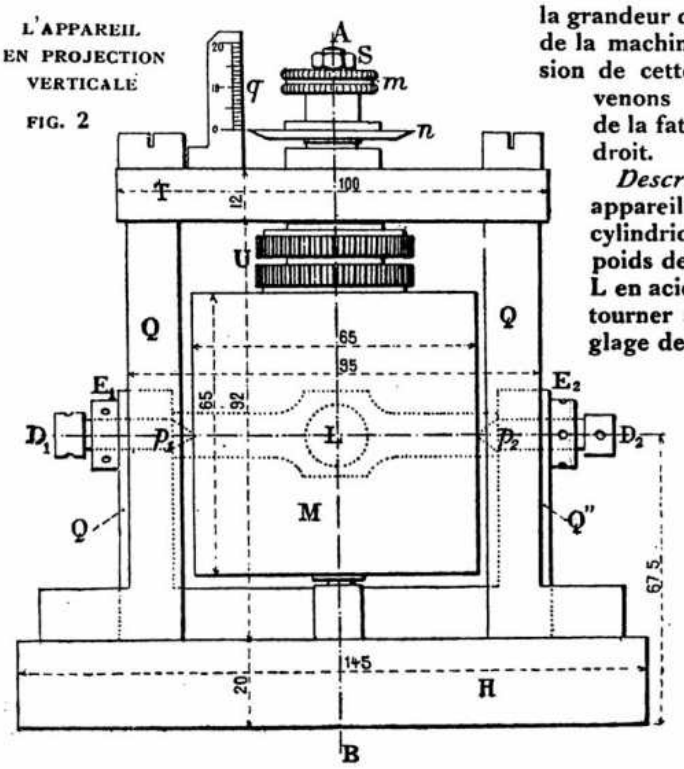


COUPE DE L'ACCÉLÉROMÈTRE DE MM. BOYER-GUILLON ET AUCLAIR

FIG. 2

Cette force destructrice est due à l'*accélération*, c'est donc cette dernière qu'il s'agit de chiffrer.

Notre accéléromètre donne précisément la grandeur de l'accélération au point même de la machine où il est placé, et la dimension de cette accélération est comme nous venons de le voir la caractéristique de la fatigue de la matière en cet endroit.

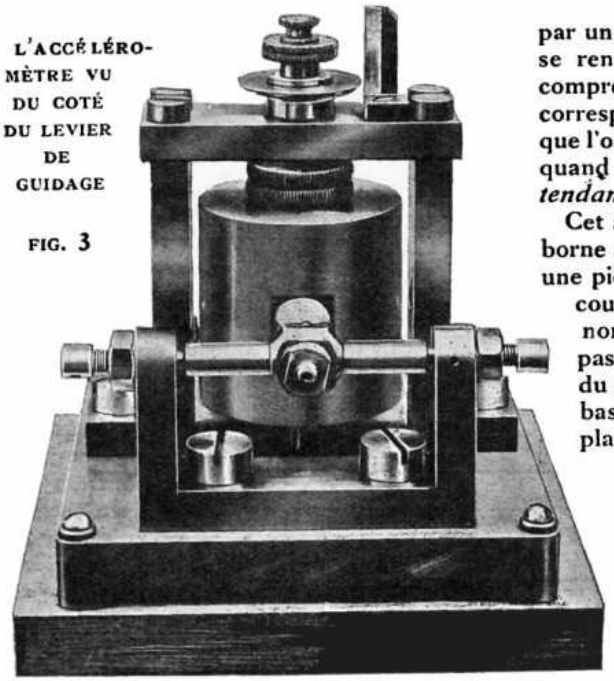


L'APPAREIL EN PROJECTION VERTICALE

FIG. 2

Description de l'appareil. — Cet appareil se compose (fig. 2) d'une masse cylindrique M pesante en bronze, du poids de 1772 kg, guidée par un levier L en acier en forme de T, assujetti à tourner autour de l'axe D_1D_2. Le réglage de ce bras de levier se fait à l'aide de deux vis à pointes D_1p_1 et D_2p_2 munies de contre-écrous E_1E_2, qui viennent les bloquer. Le levier de guidage L, et ses tourillons sont portés par les deux chaises en bronze Q', Q'' boulonnées sur le socle général H de l'appareil.

La masse M, destinée à osciller suivant la verticale, est supportée par un ressort R, qui est logé dans un évidement cylindrique percé dans l'axe de la masse. Ce ressort est fixé en V, dans la pièce à



L'ACCÉLÉROMÈTRE VU DU COTÉ DU LEVIER DE GUIDAGE

FIG. 3

tête moletée U, qui est elle-même vissée dans la pièce M dont elle fait pour ainsi dire partie. Son autre extrémité est supportée par la tige guide NN_1, qui porte à cet effet une embase sur laquelle vient buter la partie inférieure du ressort. Une broche N_1 formant glissière dans la pièce G empêche la tige SN de tourner. La vis *mn*, qui se termine à sa partie inférieure par une partie soigneusement taraudée, pénétrant dans un écrou correspondant T faisant partie du fer à cheval QTTQ boulonné sur le socle sert à bander le ressort.

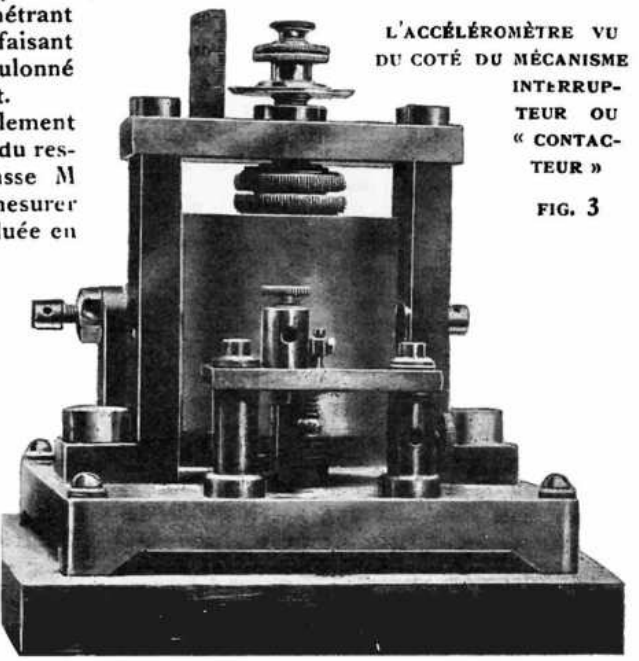
La vis *mn* a pour objet non seulement de faire varier à volonté la tension du ressort R, qui vient appliquer la masse M contre la butée T, mais encore de mesurer cette tension. Une échelle *q*, graduée en millimètres, et fixée sur l'étrier QTTQ, permet de lire exactement la quantité dont on a comprimé le ressort R, et la vis tendeur *m* porte un plateau *n*, gradué sur sa circonférence, permettant de lire le centième de millimètre comme sur un palmer.

La pièce moletée U se compose d'un écrou et d'un contre-écrou qui permet de régler à volonté la course de la masse mobile M.

Enfin, l'appareil est complété par un « contacteur » *a, z, t*, qui permet de se rendre compte du moment précis où la compression du ressort est suffisante pour correspondre à la valeur de l'accélération que l'on mesure. Cette condition est atteinte quand la fermeture du courant n'a plus *que tendance à se produire.*

Cet appareil « contacteur » comporte une borne *a* montée sur un support isolant *y*, et une pièce mobile *zxt*, servant à établir ou à couper le courant. Cette pièce mobile non isolée est constituée par un axe *xt* passant à frottement doux dans la tête du support *o*, elle est rappelée vers le bas par un ressort. Une vis *v* à pointe platinée, munie d'un contre-écrou *z*, sert à régler le contact avec précision. Une butée *k*, portée par la masse M, vient actionner le contacteur en agissant sur l'axe *xt*. Le contact est rompu quand la masse M bute en T, il est au contraire établi quand la masse M a tendance à quitter sa butée T. Le passage de la position de rupture à celle de fermeture ou *vice versa*, est transmise à l'oreille de l'expérimentateur par une membrane téléphonique, ou enregistrée avec un relais électrique.

Manière d'exécuter une mesure. — La mesure d'une accélération s'obtient en mettant à l'oreille le récepteur téléphonique que comporte l'appareil et en agissant sur la vis de manœuvre (*mn*) de manière à tendre



L'ACCÉLÉROMÈTRE VU DU COTÉ DU MÉCANISME INTERRUPTEUR OU « CONTACTEUR »

FIG. 3

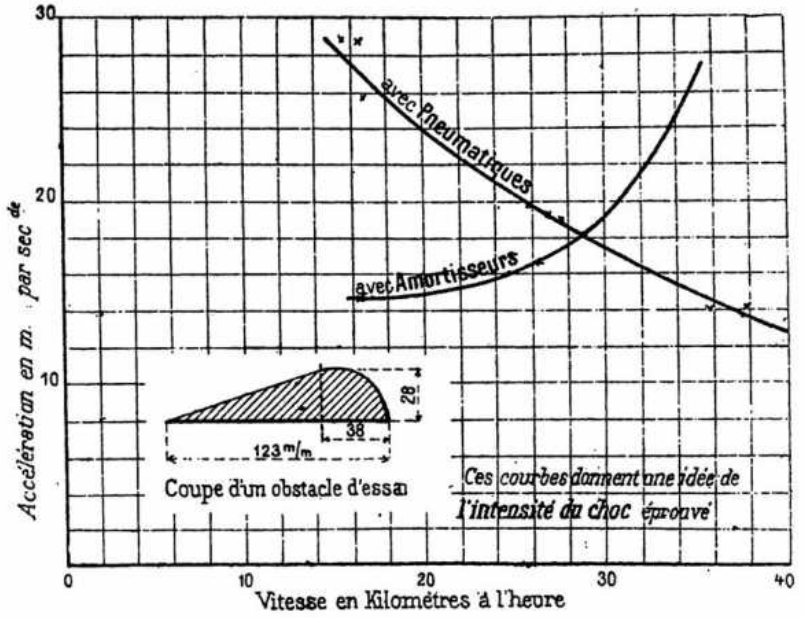


FIG. 4. — DIAGRAMMES COMPARATIFS FOURNIS PAR L'ACCÉLÉROMÈTRE

On fit rouler la même voiture, munie d'abord de pneumatiques, puis de caoutchoucs pleins et d'amortisseurs, sur deux tambours remplaçant la route et portant des obstacles dont le profil a été figuré ici. Les deux graphiques correspondent aux valeurs atteintes dans les deux cas, et pour les différentes vitesses, par l'accélération verticale.

le ressort R jusqu'à ce que disparaisse le bruit de claquement que l'on entend dans le récepteur téléphonique. A ce moment la tension du ressort lue sur l'échelle *q* que porte l'appareil donne par un calcul simple la valeur de l'accélération; on peut aussi lire cette dernière sur un abaque préparé d'avance.

Utilisation de l'appareil pour l'étude des véhicules. — Cet accéléromètre permet en quelque sorte de mesurer le confortable que les véhicules offrent aux voyageurs; il peut se placer à un endroit quelconque de la caisse pour y enregistrer les accélérations qui s'y produisent.

Il est peu encombrant, de sorte qu'on peut aisément le transporter avec soi dans les tramways, les omnibus ou le métropolitain.

Tramway. — Un des lourds tramways à air comprimé de la ligne Passy-Hôtel-de-Ville a donné des accélérations variant entre 2 et 4 m par seconde suivant l'état plus ou moins bon de la voie.

Que veut dire cela une accélération de 4 m par seconde? Pour rendre la chose plus frappante nous pouvons dire encore que cette accélération correspond environ à un effort de 4 kg qui serait appliqué à un corps du poids de 10 kg placé sur le plancher du véhicule. Cet effort tendant à soulever ou à appliquer ce corps sur le plancher avec une force de 4 kg.

Nous avons fait quelques expériences sur les trains du métropolitain. Ces chiffres ont été relevés sur le matériel ancien et usagé de la ligne N° 2.

Dans un wagon de 1re classe à deux essieux sans bogie dont les roues sont assez usagées pour présenter des méplats, l'accélération verticale atteint 2 mètres par seconde en ligne droite, elle est de 6 mètres en courbe, et peut atteindre 8 mètres par seconde au moment du freinage.

Bien entendu sur le nouveau matériel à bogie les résultats trouvés sont bien meilleurs. L'accélération varie entre 1 mètre et 2 m 80 par seconde.

En fait les secousses les plus fortes et les plus désagréables se produisent au moment du freinage qui précède l'entrée en courbe; à cela il y a deux raisons : d'abord le freinage paralyse l'action des ressorts; ensuite la voie est forcément en mauvais état à cause des freinages répétés à cet endroit.

Divers moyens de locomotion. — Dans une voiture de place automobile en parcours horizontal sur pavé de grès à la vitesse de 27 km 500 à l'heure, l'accélération verticale peut atteindre 6 m 50 par seconde sur le plancher de l'automobile. — On peut se rendre compte des secousses que recevrait un voyageur du poid de 70 kilos supposé couché sur le plancher de la voiture; il serait appliqué ou soulevé avec un effort d'environ 46 kg 5 ce qui lui serait certainement fort désagréable; il est vrai qu'il est en réalité assis sur des coussins élastiques qui atténuent fort heureusement ces percussions; mais, nous le savons tous par expérience, le confortable de ces voitures laisse à désirer.

Les mêmes mesures faites dans un fiacre

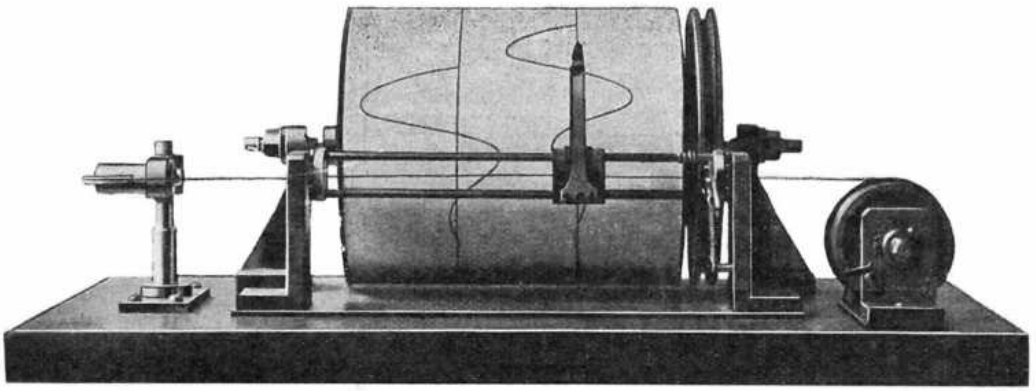


FIG. 5. — CET APPAREIL ENREGISTRE LES FLEXIONS DES RESSORTS AU PASSAGE D'UN OBSTACLE
Le crayon inscripteur est commandé par un fil d'acier horizontal dont une extrémité se fixe à l'organe de la voiture dont on veut mesurer les déplacements verticaux. A l'autre bout, le fil s'enroule sur un treuil muni d'un ressort intérieur qui assure la tension nécessaire.

à cheval type Victoria, muni de bandages en caoutchouc pleins à la vitesse de 15 km 3 à l'heure ont donné 2 à 3 mètres d'accélération sur macadam et bon pavé de grès.

Omnibus automobile de Paris. — Les expériences que nous avons faites dans les mêmes conditions sur trois lignes différentes d'omnibus automobiles de Paris ont donné les résultats moyens condensés dans le tableau suivant :

NATURE DU SOL		VITESSE DU PARCOURS en kilomètres à l'heure	ACCÉLÉRATION VERTICALE maxima en mètres par seconde
Macadam bon. . . .		20	4
Pavé de bois	bon. . . .	20	3,2
	moyen . .	20	6
	mauvais. .	20	8,2
Pavé de grès	bon. . . .	20	6,5
	moyen . .	20	8
	mauvais. .	12	9,8
Avant le départ, trépidations dues à la mise en marche du moteur			1,35

Essais comparatifs de bandages ou d'amortisseurs. — On conçoit très bien maintenant qu'en faisant rouler un même véhicule sur un sol d'une qualité constante sur lequel on aura fixé des obstacles réguliers, on puisse en adaptant à ce véhicule des roues différentes comparer entre eux des bandages, ou comparer des roues élastiques à des pneumatiques, ou encore étudier des suspensions ou des amortisseurs de types différents.

Le chemin de roulement qui, dans ce cas, doit être homogène, est constitué par deux grands tambours de 2 mètres de diamètre sur lesquels roulent les roues du véhicule; ces tambours portent les obstacles profilés à la demande des effets que l'on veut produire. Dans ce cas le véhicule est fixe et c'est la route qui se déplace.

Enfin dans l'étude comparative des roues, bandages ou amortisseurs, il est souvent utile d'enregistrer les déplacements du véhicule par rapport au sol, ou ceux du châssis par rapport à l'essieu; cette opération se fait aisément à l'aide de l'enregistreur de flexion représenté figure 5.

Enregistreur de flexion. — Cet appareil (fig. 5) se compose d'un socle sur lequel sont montées deux chaises supportant le tambour revêtu du papier enregistreur du diagramme.

Les chaises portent le crayon, lequel est fixé sur un chariot qui se déplace devant le tambour en glissant sur deux tiges parallèles à l'axe du tambour. Le crayon est actionné par un fil d'acier sur lequel une vis de serrage vient fixer, au moment voulu, le chariot porte-crayon. Le crayon se trouve n'appuyer sur le papier à diagramme que si l'on actionne un levier de commande. Le fil est fixé d'une part à un organe du châssis par un point fixe et, d'autre part, il s'enroule sur un treuil muni intérieurement d'un ressort de rappel, qui maintient le fil constamment tendu.

Cet appareil peut se placer, soit sur le sol, le fil d'acier venant se fixer sur le châssis, soit sur le marchepied de l'automobile, le fil venant se fixer sur l'essieu moteur, etc. Dans le premier cas, l'appareil enregistre le dé-

UNE VOITURE CAHOTE INEGALEMENT SUR L'OBSTACLE SUIVANT QU'ELLE PORTE DES PNEUMATIQUES OU DES AMORTISSEURS

Les cinq diagrammes que nous reproduisons ici ont été obtenus à l'aide de l'enregistreur de flexion, dans la même série d'expériences où l'accéléromètre a fourni les courbes de la p. 388. Ils traduisent les oscillations verticales, lors du passage d'un obstacle déterminé, du châssis de la même voiture, munie d'abord de pneumatiques (diagrammes 1, 2 et 3) et ensuite de caoutchoucs pleins et d'amortisseurs (diagrammes 4 et 5). Les ordonnées représentent les valeurs absolues, mesurées en millimètres, des déplacements du châssis. Les ordonnées maxima correspondent aux chiffres de la dernière ligne du tableau de la page 391. Ces graphiques montrent clairement qu'au point de vue de l'amplitude des cahots les pneumatiques sont, à toutes les vitesses, préférables aux amortisseurs. En revanche, les courbes de la page 388 et les chiffres de l'avant-dernière ligne du tableau que nous citons plus haut, prouvent qu'aux vitesses inférieures à 30 kilom., une voiture munie d'amortisseurs supporte des percussions moindres, c'est-à dire des cahots moins brusques (quoique plus amples) qu'une voiture munie de pneumatiques.

Dans la série d'expériences en question, la rupture du fil de l'enregistreur de flexion empêcha de relever l'amplitude des cahots de la voiture munie d'amortisseurs à une vitesse supérieure à 30 kilomètres.

Cet incident prouve, d'ailleurs, que ces amplitudes avaient une valeur considérable.

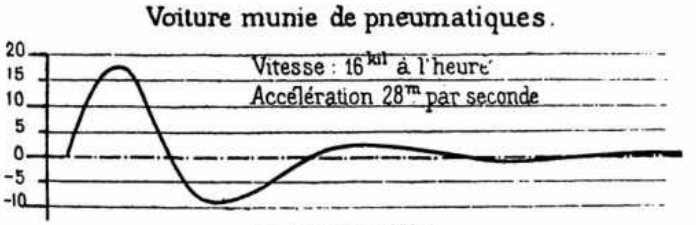


Diagramme N° 1.

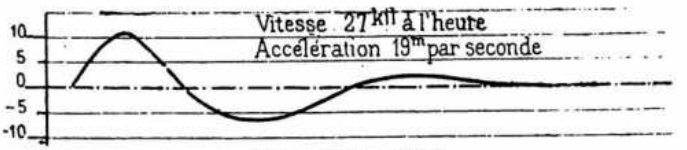


Diagramme N° 2

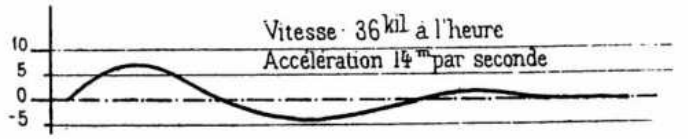


Diagramme N° 3.

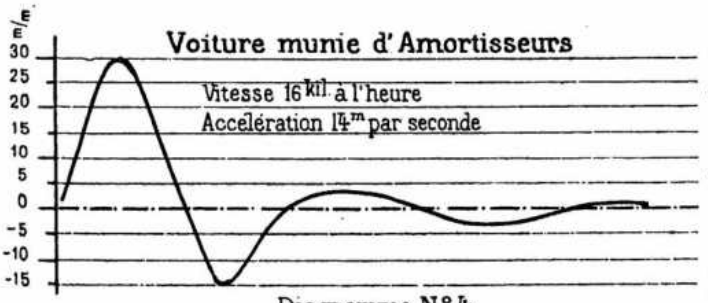


Diagramme N° 4.

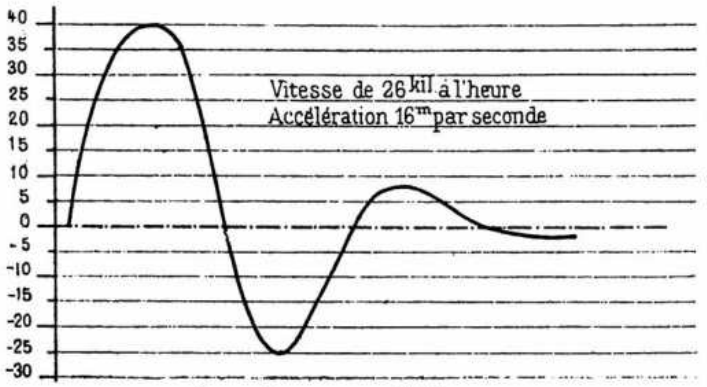


Diagramme N° 5.

placement total du châssis par rapport au sol; dans le second, il n'enregistre que le déplacement du châssis par rapport à l'essieu moteur.

Nous donnons à titre d'exemple dans le tableau ci-dessous les résultats comparatifs de l'essai d'un véhicule muni d'abord de pneumatiques, ensuite de caoutchoucs pleins et d'amortisseurs.

Voiture munie de . .	PNEUMATIQUES			AMORTISSEURS		
Numéros des expériences.	1	2	3	4	5	6
Vitesse de la voiture en km à l'heure. .	16	27	36	16	26	34
Nombre approximatif de secousses reçues par la voiture par minute	43	73	102	45	74	»
Accélération verticale maxima du châssis après son passage sur l'obstacle. m/s.	28	19	14	14	16	25
Flexion des ressorts mm.	17	10	7	30	40	»

Les courbes de la page 000 montrent clairement que jusqu'à 30 kilomètres à l'heure il y a intérêt à employer ce type d'amortisseurs, alors qu'à partir de cette vitesse les pneumatiques reprennent très rapidement l'avantage.

Vibrations des immeubles. — Nous ne nous étendrons pas plus longuement sur l'étude des véhicules et nous allons maintenant dire un mot de la route et du sol voisin sur lequel s'élèvent les édifices qui ont à souffrir des trépidations qui leur sont transmises.

Dans certains immeubles de Paris, soit par suite de la circulation des omnibus automobiles ou de camions lourdement chargés, il n'est pas rare d'entendre les cristaux des lustres s'entre-choquer. Je pourrais citer une maison où l'on perçoit, même couché dans son lit, les vibrations qui agitent tout l'immeuble et qui provoquent parfois le craquement des planchers.

Maintenant que nous savons mesurer l'intensité de ces accélérations, il devient indispensable de savoir quelles sont celles qui seront réputées *dangereuses, tolérables* et *négligables ?* C'est à cette étude que va se livrer une commission composée de savants ingénieurs, qui émane à la fois de l'Automobile-Club de France et de la Société centrale des Architectes.

Supposons cette échelle de vibrations dangereuses, tolérables et négligeables établie, il ne reste plus qu'à placer dans l'immeuble en observation trois accéléromètres enregistreurs : le premier sera réglé pour enregistrer les accélérations négligeables, le deuxième les accélérations tolérables et, le troisième celles réputées dangereuses. Au dépouillement des enregistreurs, l'expertise pourra se rendre compte, pour cet immeuble, s'il s'agit de vibrations intolérables et à quel moment ces vibrations se produisent.

La figure 1 représente un accéléromètre ainsi disposé avec son enregistreur : l'enregistreur se compose d'un électro-aimant, qui vient inscrire une encoche sur un cylindre à noir de fumée mû par un mouvement d'horlogerie.

Sans anticiper sur les travaux si intéressants de cette commission, nous pouvons espérer que, très prochainement, cette grave question de vibrations des édifices sera solutionnée.

Nous donnons pour terminer les résultats de mesures faites sur le sol ou dans quelques locaux où fonctionnent des moteurs.

Les transatlantiques modernes actionnés par de puissantes turbines à vapeur sont le siège de vibrations fatigantes pour les voyageurs; notre accéléromètre permet de les étudier.

A bord du bateau omnibus n° 57 A de la Compagnie des Bateaux Parisiens, nous avons mesuré des accélérations de 0 m 70 par seconde correspondant à des vibrations de 2 mm d'amplitude. Au moment de la marche arrière pour accoster les pontons, nous avons enregistré des accélérations pouvant atteindre 1 m 50 par seconde.

Sur les quais de certaines stations du métropolitain, on constate des accélérations de 0 m 70 par seconde.

Sur le pont des Saints-Pères, au moment du croisement de deux omnibus automobiles, nous avons trouvé 1 m 40.

Sur les massifs de certaines machines, dans des cas très défavorables, il est vrai, nous avons enregistré des accélérations pouvant atteindre 10 mètres par seconde. Dans ces conditions, tout objet placé sur ce massif se trouverait soulevé par un effort égal à son poids; il s'y déplacerait donc continuellement. C'est pour cette raison, que, dans les immeubles soumis à des vibrations importantes, les objets cheminent ainsi sur les tables ou les étagères où ils sont placés et finissent par tomber à terre. Nous pourrions tous en citer quelques exemples.

A. BOYER-GUILLON
Ingénieur civil des mines.

LE PROBLÈME DE LA STÉRILISATION DES EAUX POTABLES

Par M. Jean BRUN

INGÉNIEUR CHIMISTE

La ville de Florence qui est en même temps qu'un grand centre artistique, un lieu de villégiature très prisé, vient de faire installer de puissants bassins filtrants pour traiter ses eaux d'alimentation.

Le problème à résoudre était très spécial. Un certain nombre de puits filtrants avaient été creusés dans un énorme banc d'alluvions constitué par du sable et du gravier, mais au bout de quelques années, le débit de ces puits avait considérablement diminué.

Les mesures à prendre pouvaient consister, soit à faire venir des Apennins des eaux de source qu'on y trouve en abondance, soit à se servir des eaux du fleuve l'Arno passant précisément à proximité de l'installation des puits filtrants.

La Municipalité se décida en faveur de cette dernière solution, mais, en admettant les eaux de l'Arno à la surface de ce filtre naturel constitué par les alluvions signalés ci-dessus, on pouvait craindre de le colmater, c'est-à-dire de voir ses pertuis s'obstruer au point de ne plus laisser passer l'eau. Le débit aurait pu diminuer de nouveau progressivement jusqu'à devenir insignifiant.

Les eaux de l'Arno, au moment de certaines crues, charrient jusqu'à 30 kg de boue par mètre cube. L'enquête poursuivie par la Municipalité de la ville de Florence amena celle-ci à choisir le procédé de filtration Puech-Chabal dont nous avons entretenu nos lecteurs à propos de diverses villes françaises.

L'installation dont nous reproduisons quelques vues a été construite au cours des années 1912-1913 et les résultats qu'elle a donnés lors de la période critique habituelle de l'automne ont été tout à fait probants. Elle a permis à la ville de traverser cette période sans diminuer en aucune façon la dotation des services publics qui chaque année devait être réduite dans d'assez grandes proportions par suite de l'insuffisance du débit des puits filtrants.

Une autre installation, qui mérite de retenir l'attention, a été réalisée par la ville de Pau pour améliorer la qualité des eaux potables distribuées à la population.

Il est notoire que pendant de nombreuses années la ville de Pau avait à subir chaque année les assauts de la fièvre typhoïde, laquelle régnait d'ailleurs à l'état endémique dans cette ville ainsi que les statistiques sanitaires le constatent. Le nombre des cas atteignait 163 en 1908.

Les mêmes statistiques relèvent qu'à partir du fonctionnement normal de l'installation d'épuration, les cas de fièvre typhoïde ont pratiquement disparu.

Les années 1912 et 1913 présentent la même permanence de résultats excellents. Donc on peut dire, sans avoir même à se préoccuper des résultats des analyses bactériologiques, d'ailleurs très satisfaisantes, que le seul fait d'avoir construit une installation d'épuration des eaux a fait disparaître la fièvre typhoïde de cette ville.

Cette constatation a un caractère éminemment scientifique car le véritable critérium de la valeur d'une installation ne réside pas dans l'obtention de résultats plus ou moins bons, lors des analyses bactériologiques effectuées dans les laboratoires, quelles que soient la conscience et la science des opérateurs. Il réside sûrement dans les résultats constatés sur la santé publique.

M. le professeur Vincey a publié des statistiques sur l'amélioration sanitaire des communes de la banlieue de Paris alimentées par l'installation filtrante établie au Mont-Valérien par la Cie des eaux de Suresnes ; elles prouvent également la régression de la morbidité typhique dans ces communes qui atteignit 50 0/0 après 5 ans de consommation de l'eau filtrée. Si cette amélioration n'est pas plus considérable cela tient à ce qu'il subsiste encore de nombreux puits particuliers dont les eaux sont très suspectes.

Des deux stades obligatoires pour l'épuration des eaux, celui qui doit être envisagé avec le plus grand soin et auquel il convient de donner le plus d'extension, est celui de la filtration préalable. La stérilisation par les rayons ultra-violets, ou par tout autre moyen, doit aussi être considérée comme un moyen de parfaire l'épuration lorsque des cir-

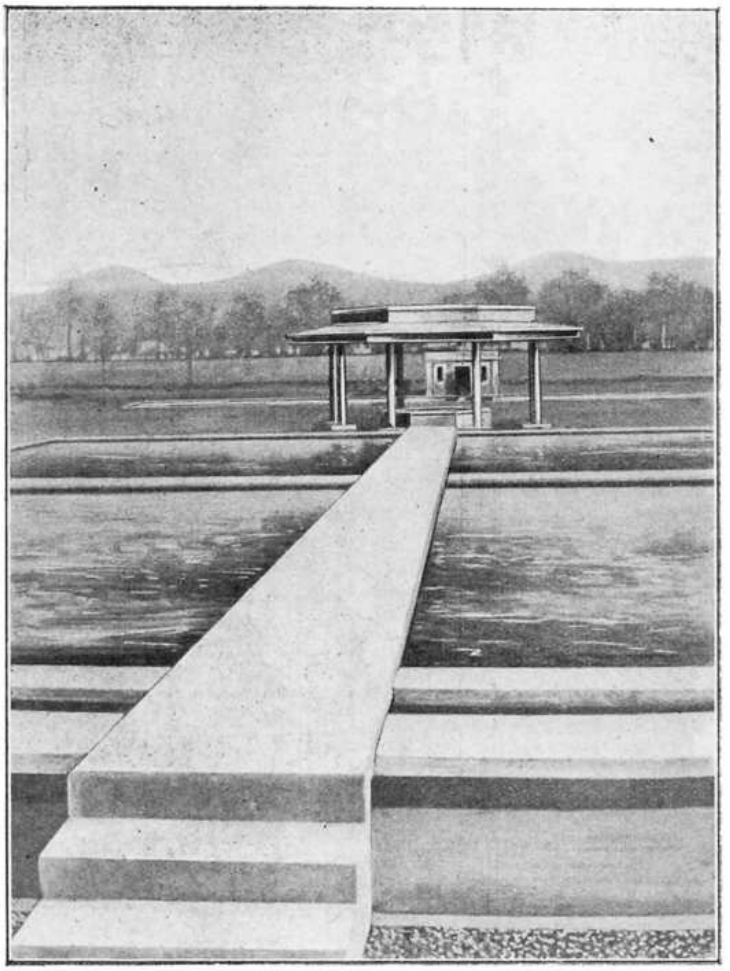
constances exceptionnelles se présentent.

On peut de même justifier par des exemples probants l'emploi du procédé de stérilisation qui a reçu le nom de Javellisation. Le procédé tire son nom de l'eau de Javel que tout le monde connaît.

L'eau de Javel n'est pas autre chose que de l'hypochlorite de soude dont on utilise le pouvoir oxydant pour détruire la matière organique; c'est à ce titre qu'on l'emploie dans le blanchiment. On devait avoir l'idée, un jour ou l'autre, d'appliquer ce pouvoir oxydant intensif à la désinfection de l'eau employée dans l'alimentation publique.

Ce procédé a reçu de nombreuses applications en Amérique et particulièrement au Canada.

En 1911, la Ville de Paris fut autorisée, au cours de l'été et en raison de l'insuffisance des débits des sources, à pratiquer la Javellisation sur les eaux de la Marne dans l'installation de Saint-Maur; ce procédé fut adopté à la suite d'une consultation de M. le Dr Roux, directeur de l'Institut Pasteur, qui préconisa son emploi.



BASSINS DE PRÉFILTRATION

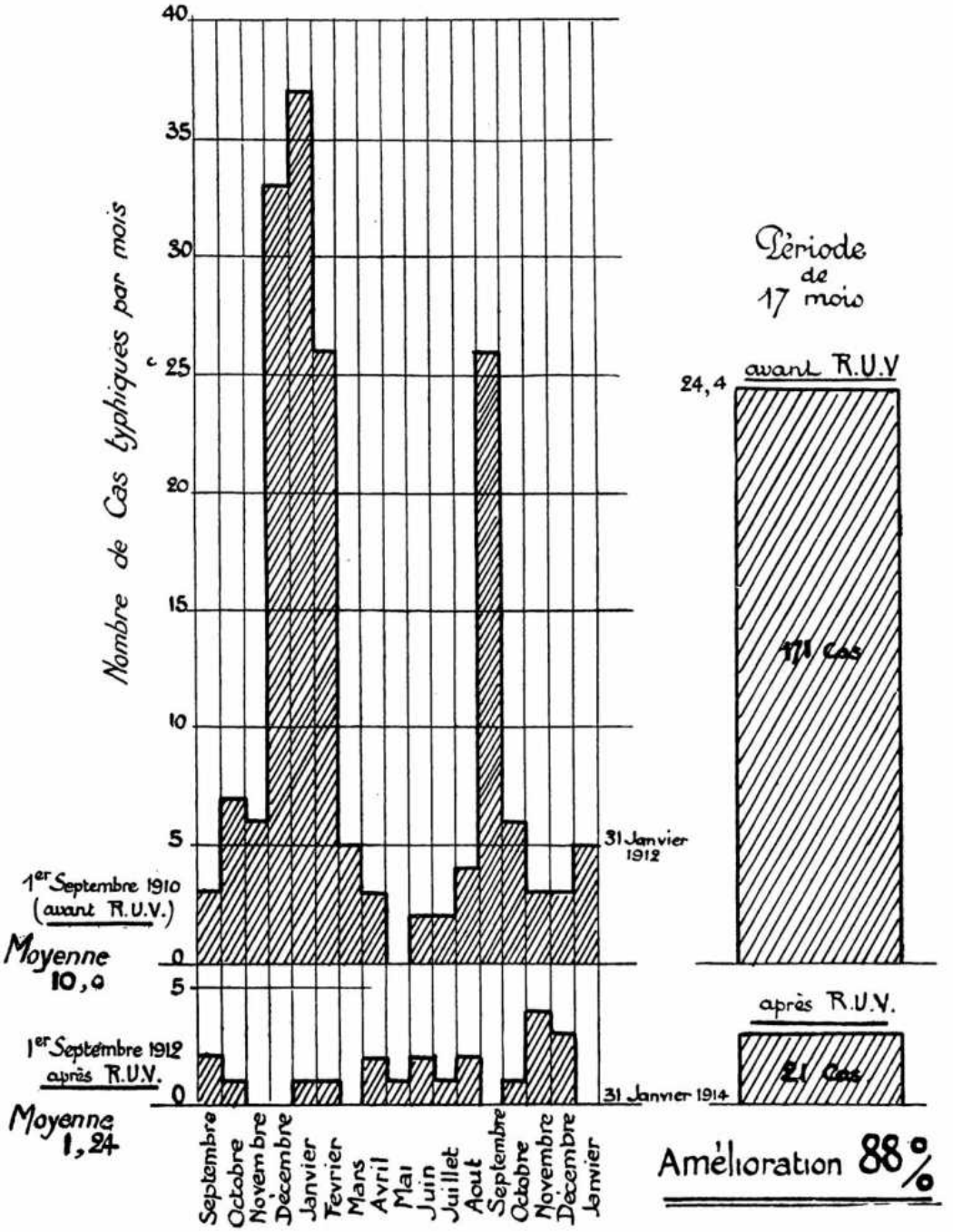
Des passerelles en ciment armé jetées sur les bassins permettent au personnel d'assurer l'entretien de l'installation. Dans le fond on aperçoit le pavillon dans lequel on vérifie la transparence de l'eau préfiltrée.

Le 30 mars 1912, la Commission de surveillance et de perfectionnements du bureau d'hygiène de la Ville de Paris, sur le rapport de M. le professeur Chantemesse, avait adopté les conclusions suivantes : « La Commission estime que parmi les procédés de fortune pour la purification des eaux suspectes, le plus économique, le plus pratique est celui à l'hypochlorite de soude. »

Dans son rapport en date du 5 juillet 1912, M. le Dr Roux, après avoir rappelé que M. le Préfet de la Seine demanda l'avis du Conseil d'Hygiène de salubrité du département, à l'effet de savoir quel serait le meilleur moyen de fortune capable de purifier les eaux des sources accidentellement suspectes, écrit ce qui suit :

« Ce moyen doit avant tout être facile à mettre en œuvre et ne pas nécessiter d'installation permanente, puisque la souillure peut survenir brusquement, tantôt dans une région, tantôt dans une autre, et qu'elle atteint soit plusieurs sources, soit une source isolée. Ces conditions éliminent d'emblée la plupart des procédés, même ceux qui ont recours à des produits chimiques : aussi dans son rapport à la Commission de surveillance et de perfectionnement du Bureau d'Hygiène, M. le professeur Chantemesse n'a-t-il retenu que celui qui emploie l'eau de Javel. »

Il en est fait usage à l'étranger par beaucoup de villes qui s'en trouvent bien. D'autres exemples d'applications de la



LES HEUREUX RÉSULTATS DE LA LUTTE ENTREPRISE A LUNÉVILLE CONTRE LA FIÈVRE TYPHOÏDE

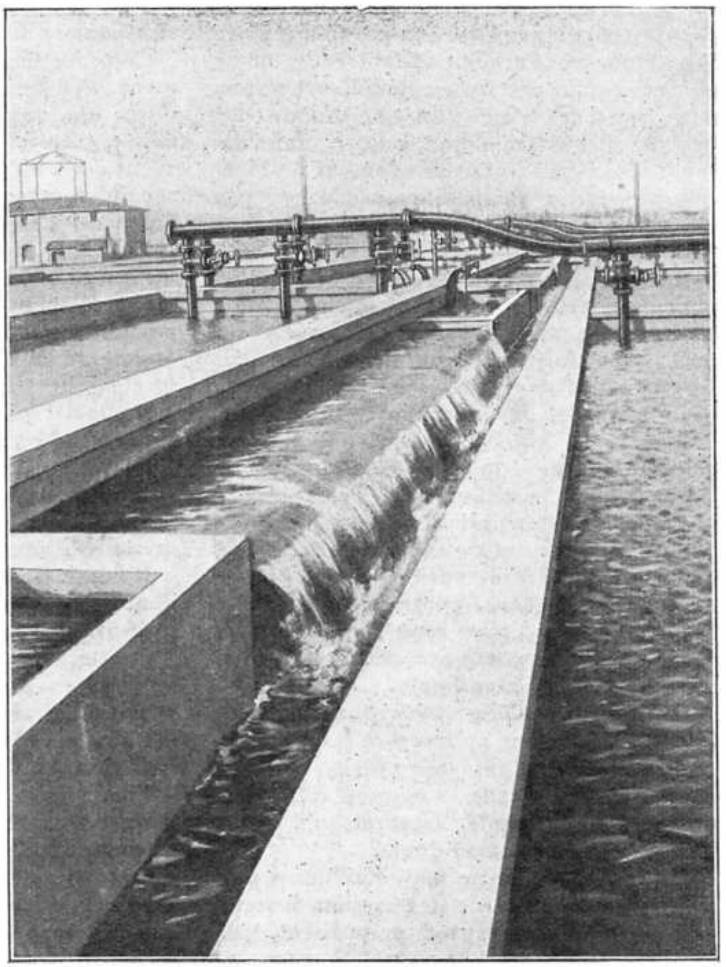
Le nombre des cas typhiques constatés chaque année à Lunéville dépassait généralement la centaine avant 1910. A partir du 1er septembre 1912, la construction d'une installation filtrante et l'adoption du procédé de stérilisation des eaux potables par les rayons ultra-violets ont abaissé ce nombre de 88 pour cent. Les graphiques comparatifs que nous publions ici, et qui se rapportent à deux périodes de 17 mois, du 1er Septembre 1910 au 31 Janvier 1912, et du 1er Septembre 1912 au 31 Janvier 1914, mettent nettement en évidence cette marche descendante de la morbidité typhique.

javellisation en France sont fournis pardes villes dont la population militaire était exposée à des épidémies de fièvre typhoïde.

Les troupes retirées d'Avignon en 1912, à la suite d'une épidémie typhique, ne furent autorisées à reintégrer leurs quartiers qu'après l'organisation d'un système de stérilisation des eaux de la ville au moyen d'un procédé à base d'hypochlorites alcalins.

De même, la garnison de Givet fut éloignée de la ville par suite de l'insalubrité des eaux. Sur les indications de M. le professeur Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, on organisa la désinfection de l'eau au moyen de l'eau de Javel, désinfection qui se poursuivit sans aucun inconvénient pendant plus d'une année.

On emploie l'hypochlorite de soude à l'hôpital militaire de Marseille. On parle de purifier provisoirement toutes les eaux alimentant la ville de Marseille au moyen de ce procédé, dit de fortune, en attendant que la Municipalité ait pris une décision pour l'épuration définitive des eaux de la ville.



BASSINS DE DÉCANTATION ET DE DÉGROSSISSAGE A FLORENCE

Avant toute filtration, les eaux de l'Arno, qui contiennent, en temps de crue, une proportion de boue considérable, se décantent dans le bassin que l'on voit à gauche. De là, elles passent dans les dégrossisseurs.

Le procédé de la Javellisation est donc loin d'empoisonner, comme il a été dit, les eaux d'une ville. Il ne peut avoir d'autre effet que de parfaire l'épuration obtenue au moyen des rayons ultra-violets lorsque, soit par suite d'une coloration intense des eaux de rivière en temps de crue, on peut s'attendre à une action limitée de ces rayons.

On ne peut nier l'action microbicide des rayons ultra-violets. Elle n'a pas été démontrée seulement dans une installation, mais par un grand nombre d'expériences effectuées par tous les savants de tous les pays du monde. Récemment encore à la Société des Ingénieurs Civils, le savant professeur Daniel Berthelot mettait en évidence l'action abiotique de ces rayons. Pour démontrer leur efficacité, il ne se basait pas seulement sur des expériences faites en dehors de lui, mais sur sa propre expérimentation.

Toutefois, il faut établir une distinction très nette entre le procédé normal d'épuration proprement dit et le procédé de stérilisation subséquent. L'épuration des eaux comporte, en effet, deux phases bien distinctes, à savoir : la clarification et l'épuration bactériologique.

La clarification s'obtient au moyen d'une filtration qui peut être ou sommaire ou très développée. Lorsqu'elle est sommaire, il est évident que l'eau qu'elle fournit n'a subi qu'une épuration physique quelquefois imparfaite et une épuration bactériologique tout à fait insuffisante. L'eau livrée aux

appareils de stérilisation n'est donc pas potable et le travail de ceux-ci doit atteindre une valeur très variable suivant l'état même de l'eau : pour peu qu'une défaillance vienne à se produire dans l'un quelconque des organes de la stérilisation, on conçoit facilement que l'eau sortant finalement de l installation soit d'une qualité sensiblement peu différente de l'eau entrant dans la même installation.

Imaginons, au contraire, une installation conçue de telle manière que la clarification ne se borne pas à la rétention des matières en suspension qui troublent l'eau, mais qu'elle soit assez poussée pour qu'une grande partie des microbes soit retenue.

Il apparaît immédiatement que l'opération préalable étant poussée jusqu'à la limite voulue pour donner de l'eau potable, le rôle de la stérilisation se trouve limité à celui d'un appareil de sécurité. On voit de suite que les défaillances de cet appareil n'ont plus la même importance que dans le cas précédent, puisque l'eau a déjà tous les caractères de la potabilité avant d'être soumise à la stérilisation finale.

Il y aurait d'ailleurs beaucoup à dire sur l'opportunité, pour ne pas dire la nécessité, de la stérilisation intégrale; mais, si on conçoit le rôle de celle-ci comme celui d'un appareil de sécurité, l'intérêt qu'il y a à l'installer ne fait aucun doute.

En ce qui concerne les défaillances possibles des appareils de stérilisation, il serait puéril de nier que ceux-ci ne puissent, à un moment donné, se trouver en défaut, surtout lorsque leur fonctionnement est simplement basé sur la continuité du courant électrique. Par conséquent, les procédés qui sont basés soit sur l'électrisation de l'air, soit sur la production de la lumière ultra-violette peuvent, à un moment donné, c'est-à-dire lorsque les appareils producteurs de courant électrique sont eux-mêmes défaillants, se trouver dans l'impossibilité de jouer le rôle qui leur est dévolu.

Donc, la filtration préalable, imitée de la nature, qui produit de véritables sources artificielles, doit être la partie essentielle de toute installation d'épuration d'eau.

Quoi qu'il en soit, il est très important de ne pas imposer aux appareils de stérilisation une tâche qui dépasse leur puissance calculée. Ce cas s'est présenté dans l'installation de Lunéville dont il a été question dans notre numéro de Décembre 1913.

L'eau qui est stérilisée dans l'installation de Lunéville provient, pour la plus grande partie, de la rivière la Meurthe, et pour une partie plus faible, de différentes sources situées dans le voisinage de la ville.

Cette installation devait traiter normalement 6 000 mc d'eau de Meurthe et 1 500 mc d'eau de source par 24 heures. Dès le début, cette proportion n'était pas strictement observée; le débit des sources étant sensiblement inférieur à 1 500 mc, on augmentait la quantité d'eau de Meurthe.

En réalité, les débits qui ont été demandés à l'installation de Lunéville ont augmenté non seulement en ce qui concerne la proportion d'eau de rivière mais ils ont surtout augmenté en ce qui concerne la quantité totale journalière qu'il s'agissait de traiter, laquelle a dépassé 8 900 mc, soit une majoration considérable du débit normal.

Or, les appareils établis conformément au contrat passé par la Municipalité étaient naturellement insuffisants pour recevoir une quantité d'eau aussi considérable.

Il fallait donc renoncer à traiter l'excédent demandé par la consommation, en prétextant l'insuffisance des installations filtrantes, ou, au contraire, choisir, parmi les moyens de fortune connus, le système qui permettrait de fournir le volume total réclamé par la consommation publique, sans nuire à la qualité de l'eau.

Entre ces deux alternatives, la disette d'une part, ou l'abondance d'autre part avec le correctif nécessaire, on a préféré fournir à la population tout ce qu'elle demandait journellement en employant un moyen extrêmement simple pour assainir l'eau lorsque les circonstances l'exigeaient.

Est-ce à dire que les rayons ultra-violets sont incapables de stériliser l'eau et que l'adjonction d'un procédé chimique à une installation de stérilisation par ces rayons soit une preuve de l'inefficacité de ceux-ci? Il est bien évident que, pour tout esprit impartial, il n'en est rien; l'emploi à Lunéville d'un produit chimique stérilisant n'a été adopté qu'à la suite de circonstances exceptionnelles. On conçoit en effet facilement qu'un appareil, qu'il s'agisse d'une lampe à rayons ultra-violets, d'une locomotive ou de tout autre appareil, ne puisse donner des résultats certains pour un travail une fois et demie ou deux fois plus grand que celui pour lequel il a été construit.

En somme, l'hypochlorite de soude ajouté aux eaux, dans le cas de Lunéville, n'est pas autre chose que le cheval de renfort que l'on place devant le limonier pour l'aider à gravir une rampe trop forte.

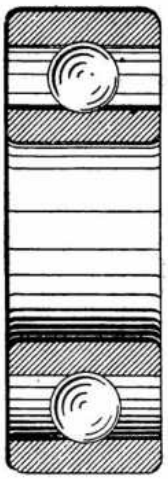
Jean BRUN.

D'ÉNORMES MACHINES TOURNENT SUR BILLES COMME DES BICYCLETTES

Par J. VARNET

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

La suppression des forces passives dues aux frottements, a été de tout temps un sujet de préoccupations pour l'ingénieur. Depuis l'époque pas très lointaine où l'on se servait exclusivement de coussinets en bois, graissés à l'huile, quelquefois même à l'eau, différents progrès ont été réalisés dans la construction des coussinets lisses.



Coupe d'un roulement à rangée de billes unique.

Ces perfectionnements ont d'abord porté sur le choix des métaux de friction et le système de graissage.

On a commencé par les coussinets en fonte dans lesquels un peu d'huile mise au début de la période de travail était estimée suffisante pour cette période. On conçoit, étant donné le coefficient de frottement de l'acier sur la fonte, à quelle pression extrêmement faible sur le coussinet il fallait se limiter pour éviter les échauffements.

De plus ces coussinets s'encrassaient rapidement : toute l'huile employée était perdue et venait salir les planchers de l'usine.

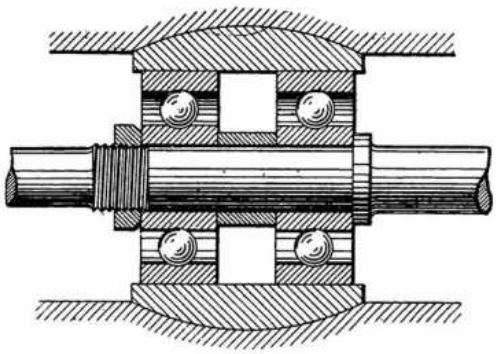
On a songé ensuite à employer le bronze comme métal de friction. Si le coefficient de frottement a été légèrement diminué, on n'a pas évité les pertes d'huile et les ennuis résultant de l'échauffement.

On a alors remplacé le passage goutte à goutte par le passage continu réalisé par une bague tournant autour de l'arbre. Les pertes d'huile ont été réduites au minimum ainsi que le frottement de glissement. Un autre progrès a consisté dans l'emploi d'alliages spéciaux pour la friction; alliages à base d'étain ou de plomb lorsque, en plus du frottement, le coussinet avait des chocs à supporter. Mais ces métaux ont l'inconvénient, par suite de leur faible résistance à l'écrasement, de conduire à des dimensions encombrantes. On a essayé, pour les durcir, de leur incorporer du fer et de les marteler. Les spécialistes connaissent les nombreux ennuis de cette fabrication qui demande des soins tout particuliers.

Enfin, on a réalisé un dernier progrès en employant avec les coussinets précédemment décrits, le graissage sous pression. Ce procédé, qui permet l'emploi de plus fortes pressions unitaires, a le grave inconvénient de nécessiter des pompes à huile. des soupapes de sûreté, et des conduites d'huile toujours délicates à installer et de fonctionnement assez délicat.

Les imperfections des moyens que nous venons de décrire proviennent de ce qu'on avait cherché dans l'amélioration du frottement de glissement lui-même, le remède aux ennuis dus à ce frottement.

Pour faire mieux, on a cherché à substituer au frottement de glissement le frottement de roulement. L'une des premières applications réalisées en grand sur ce principe a été le pédalier de bicyclette : quelques billes dans des cuvettes coniques ont

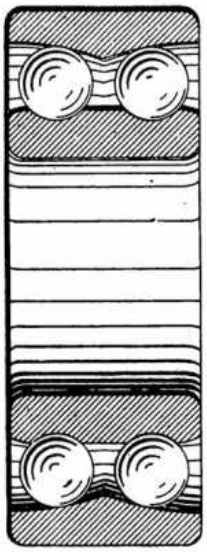


TÊTE D'ARBRE MONTÉE SUR ROULEMENT A DOUBLE RANGÉE DE BILLES ET ROTULE EXTÉRIEURE

Afin que les deux séries de billes travaillent également malgré les oscillations accidentelles de l'arbre, les bagues externes des deux roulements sont portées par une même pièce formant rotule dans la partie fixe du palier. Ce montage a l'inconvénient d'être difficile à graisser.

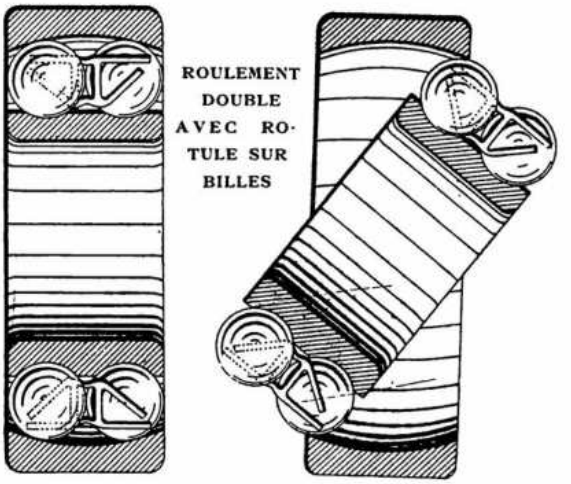
suffi à rendre très doux un frottement qui aurait suffi à rendre impossible l'essor de cette machine devenue depuis si populaire.

Mais il ne s'agissait là que d'une application simple dans laquelle la faiblesse des efforts mis en jeu permettait l'emploi de cuvettes coniques.



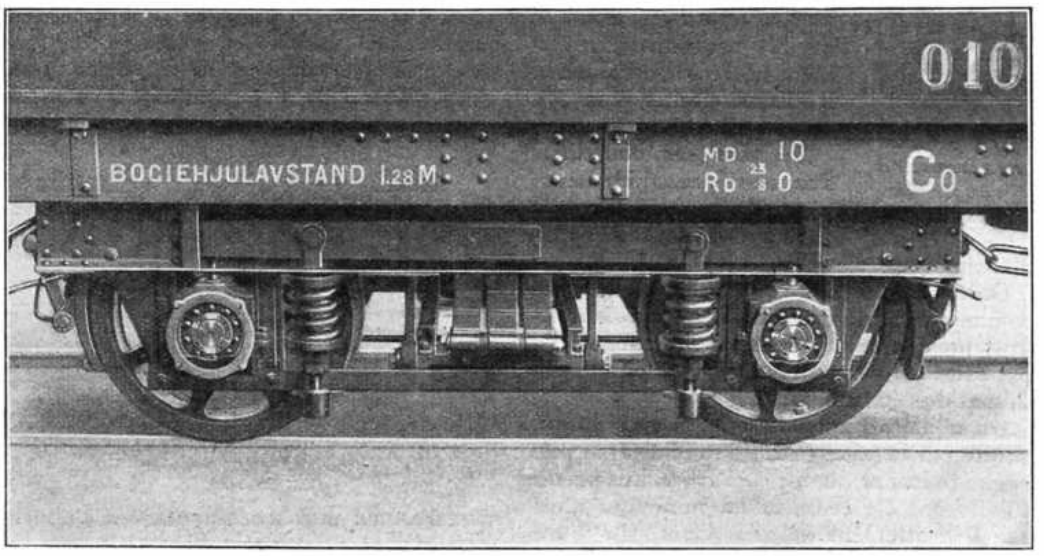
Type ordinaire de roulement à double rangée de billes.

Pour les usages industriels plus difficiles, on fut amené à créer le roulement annulaire, composé d'une bague intérieure montée sur l'arbre, d'une rangée de billes et d'une bague extérieure fixée au palier de la machine. On put alors aborder des pressions importantes. Pour éviter les ennuis provenant de ce que les billes, en se touchant, frottaient les unes contre les autres, on les a maintenues écartées au moyen d'une cage en acier ou en bronze selon le type de roulement. Cela permit l'emploi de pressions plus importantes, jointes à de grandes vitesses, et les résultats obtenus furent tels que l'on n'hésita plus à employer les roulements pour des coussinets fortement chargés.



Cette disposition permet un graissage facile et a l'avantage de se prêter parfaitement aux inclinaisons éventuelles de l'arbre.

Plus tard, on monta deux roulements séparés par une bague, pour supporter le poids de la partie tournante. Cette solution avant le grave inconvénient de fatiguer les billes d'un roulement, beaucoup plus que celles de l'autre, et demandant des diamètres extérieurs absolument parfaits pour permettre



LES ROUES DES VÉHICULES LES PLUS LOURDS PEUVENT ÊTRE MONTÉES SUR BILLES

L'emploi de ce type de roulements, qui diminue les frottements dans des proportions considérables, et auquel on sait donner aujourd'hui une grande solidité, se recommande, entre autres, pour le matériel roulant de toutes catégories : voitures et fourgons de chemins de fer, tramways, autobus, voitures et camions automobiles, etc...

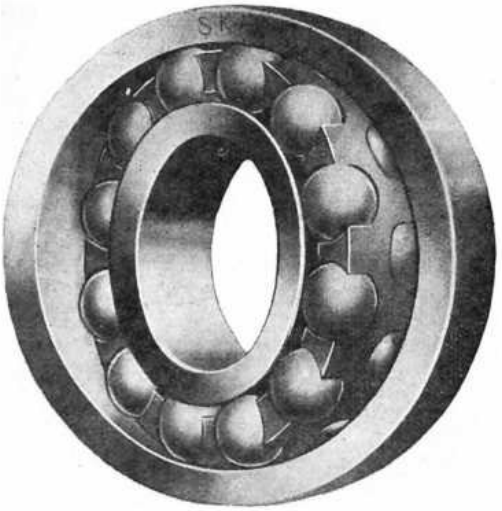
aux deux roulements de contribuer au portage, on fut amené à placer les roulements dans une bague formant rotule.

La rotule étant d'un graissage malaisé fonctionnait difficilement et dans le cas où, sous l'influence de la déformation de l'arbre, elle arrivait à fonctionner, la puissance qu'elle absorbait se traduisait par des grippages et une immobilisation finale ou une usure rapide.

Une variante de cette disposition fut le roulement à double rangée de billes qui présente les mêmes inconvénients que le système précédemment décrit.

Vint enfin le roulement à double rangée de billes et à rotule sur billes qui ajoute à l'avantage que procure l'emploi de deux séries de billes, celui de se prêter aisément aux mouvements éventuels de l'arbre.

Le degré de perfection ainsi atteint par les roulements à billes est tel qu'il n'est pas une branche de l'activité humaine où leur emploi ne soit aujourd'hui indiqué. Citons-en quelques exemples.

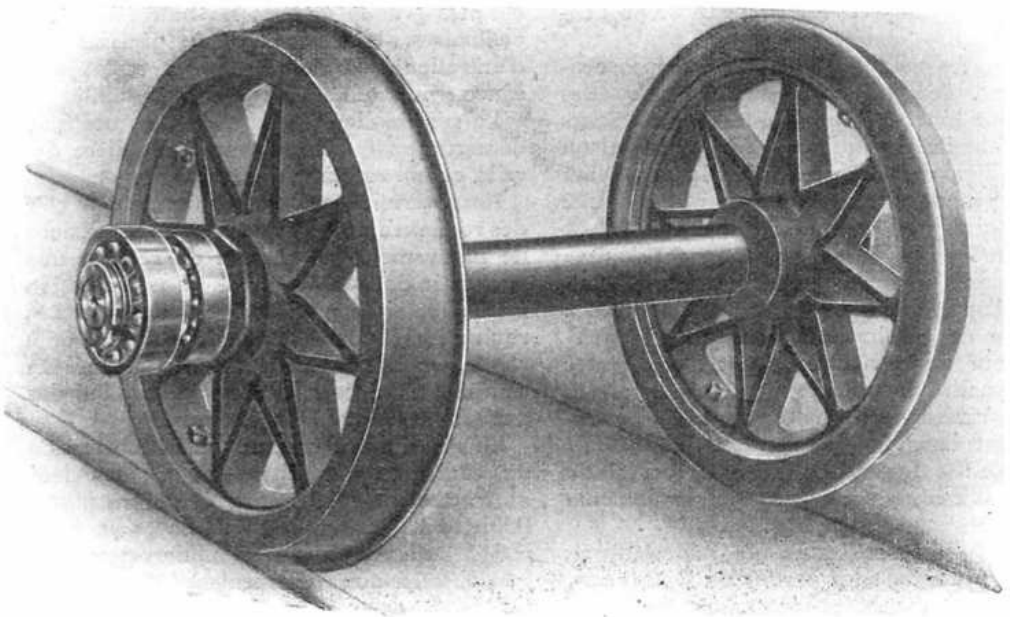


DÉTAIL D'UN ROULEMENT DOUBLE AVEC ROTULE SUR BILLES

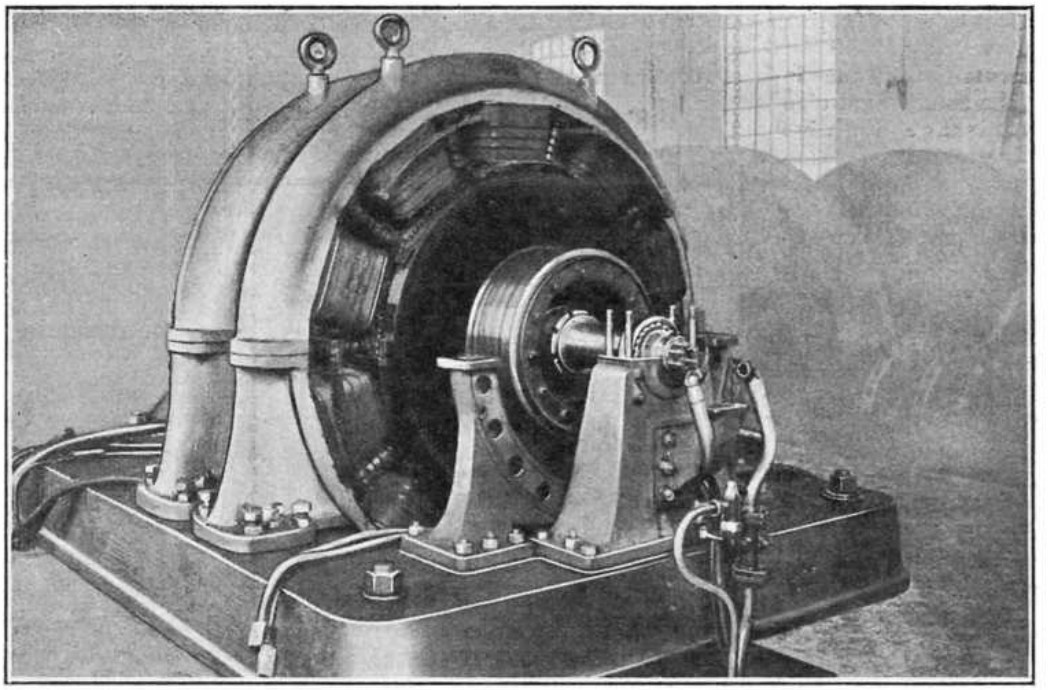
On voit clairement ici comment la présence de la rotule donne toute liberté au jeu de l'axe sans entrainer aucun déréglage permanent.

Le montage des moteurs électriques sur roulements à billes a permis de rendre les démarrages beaucoup plus doux et d'éviter ainsi la destruction rapide des rhéostats. De plus, on a évité complètement les rentrées d'huile dans les induits, et, la durée des roulements étant plus grande que celle des meilleurs coussinets, on a pu réduire l'entrefer des moteurs sans craindre le contact de l'induit et des masses polaires.

L'application du roulement à billes aux machines à bois a été une des plus délicates à mettre au point. mais les résultats obtenus ont été tels que les constructeurs n'hésitent plus à abandonner les coussinets lisses. Plus d'échauffement, plus de surveillance, plus de



CHACUNE DE CES ROUES EST MONTÉE SUR DEUX ROULEMENTS A DOUBLE RANGÉE DE BILLES



LA MASSE FORMIDABLE DU ROTOR DE CETTE DYNAMO TOURNE SUR BILLES

La fabrication de roulements à billes assez résistants a permis, en les adaptant aux machines électriques, d'adoucir les démarrages grâce à la diminution du frottement, et de réduire l'entrefer grâce à la suppression de toute usure des coussinets.

pertes d'huile. De plus, le roulement à billes a permis d'augmenter la vitesse de rotation de la plupart des machines et par conséquent d'augmenter leur capacité de production.

Pour les ventilateurs et les pompes centrifuges, l'emploi des roulements et des butées à billes a supprimé les inconvénients résultant du déséquilibrage longitudinal ou centrifuge des turbines. D'où la possibilité d'une grande vitesse de rotation et par suite d'une grande élévation d'un seul jet.

Pour les machines de levage, qu'il s'agisse d'appareils à main ou d'appareils électriques, l'application des roulements à billes a permis de diminuer la puissance dépensée pour un même travail et d'augmenter la capacité de manutention des appareils.

Les avantages signalés ci-dessus se retrouvent dans la modification du matériel agricole. Le travail extrêmement brutal de ces machines a rendu l'emploi des roulements à billes presque indispensable.

Dans les filatures, où les 75 °/₀ de la force motrice utilisée sont perdus en frottement, les roulements à billes sont tout indiqués.

L'avenir justifiera entièrement les espoirs qu'ont fait naître les premiers essais des roulements à billes dans la construction du matériel roulant. Les résultats déjà acquis permettent d'affirmer que la sécurité de marche est plus grande qu'avec les boîtes à graisse ordinaires. Les dépenses de graissage et d'entretien sont moins élevées et la puissance prise au démarrage est plus faible.

La suppression du patinage des trains au démarrage supprime l'usure irrégulière des rails, ce qui est un très gros avantage.

Nous terminerons en mentionnant le rôle des roulements à billes dans les transmissions de mouvement qui permet de réaliser une économie de 30 à 40 °/₀ sur la transmission ordinaire, si bien établie qu'elle soit. Les roulements à double rangée de billes et à rotule sur billes s'imposent dans ce cas. On transmet ainsi couramment aujourd'hui des puissances de 300 à 500 chevaux.

En résumé, les progrès de la fabrication des coussinets ont fait passer le coefficient de frottement de 0,2 environ, chiffre plutôt faible dans le cas des coussinets en bois, à 0,05 pour les coussinets modernes, puis à 0,0025, grâce aux roulements à billes.

De tels chiffres font prévoir le moment où tous les industriels délaisseront l'antique coussinet lisse pour le roulement à billes.

LES ANIMAUX QUE L'HOMME EXTERMINE POUR SE VÊTIR DE LEUR FOURRURE

Par Pierre ALIAMET

DOCTEUR ÈS SCIENCES

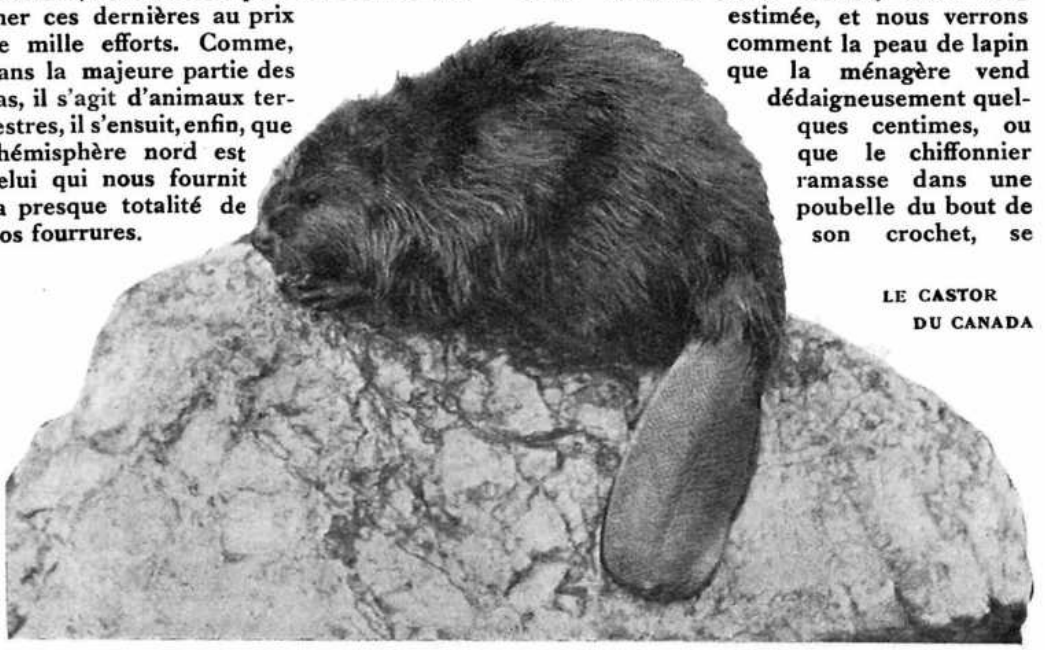
PARMI les élégantes qui aiment à s'emmitoufler frileusement, l'hiver venu, dans les replis d'une chaude fourrure, combien savent d'où proviennent les peaux qui ont servi à la confectionner et par quelles mains elles ont passé avant de leur être livrées par le fourreur ? Et combien de personnes, même parmi les plus cultivées, pourraient dire en toute certitude ce que sont, par exemple, l'opossum, le breitschwanz, le caracul, le skunk, et la loutre d'Hudson, pour ne citer que quelques-unes des fourrures les plus répandues ?

Les plus belles fourrures proviennent, comme il est facile de l'imaginer, des endroits où sévit un froid intense. Ce sera donc dans les régions polaires que l'on trouvera les animaux revêtus des fourrures les plus estimées, et ce sera là qu'il faudra aller chercher ces dernières au prix de mille efforts. Comme, dans la majeure partie des cas, il s'agit d'animaux terrestres, il s'ensuit, enfin, que l'hémisphère nord est celui qui nous fournit la presque totalité de nos fourrures.

De l'hémisphère sud, ne nous viennent guère que les dépouilles de quelques animaux marins, comme la loutre de mer, que l'on capture d'ailleurs aussi et surtout dans le Nord, et celles de quelques hôtes de la Cordillère des Andes ou des forêts australiennes, comme le chinchilla et l'opossum.

L'Asie centrale, grâce à ses montagnes très élevées et à la rigueur de son climat offre également des conditions favorables à la multiplication des animaux à fourrures. C'est là que vivent en particulier ces belles races de moutons à la toison épaisse dont les jeunes agneaux fournissent la matière première de l'astrakan, du breitschwanz et du caracul.

Il n'est pas jusque dans nos pays, enfin, où l'on ne rencontre des animaux porteurs d'une fourrure assez fournie, sinon très estimée, et nous verrons comment la peau de lapin que la ménagère vend dédaigneusement quelques centimes, ou que le chiffonnier ramasse dans une poubelle du bout de son crochet, se



LE CASTOR DU CANADA

Le castor a eu le dangereux honneur de fournir les premières fourrures exportées d'Amérique et sa peau a formé longtemps l'unité d'échange pour le commerce de la pelleterie avec les Indiens. Il est devenu très rare aujourd'hui et, dans le but d'éviter sa disparition totale, on lui a réservé, aux Etats-Unis, de vastes espaces où il est interdit de le chasser.

LA FOURRURE A LA MODE

LE PUTOIS

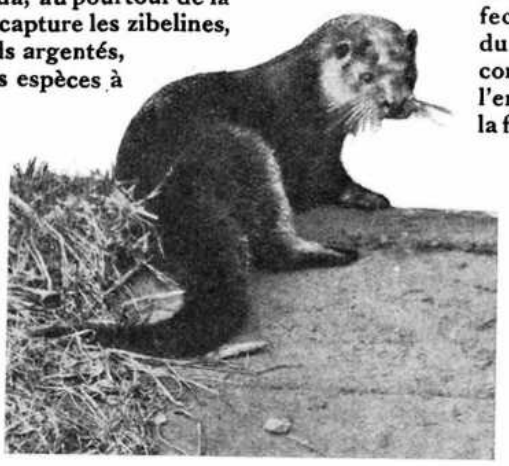
Déjà pourchassé par les paysans, dont il dévaste les poulaillers, le putois a eu cette année le malheur de voir la Mode s'engouer de son pelage; aussi en massacre-t-on actuellement des milliers en Allemagne et en Russie, les deux pays où on le rencontre le plus fréquemment.

transforme entre des mains expertes en une fourrure soyeuse dont la mondaine pare ses épaules avec orgueil.

C'est en Sibérie, au Kamtchatka et dans l'extrême nord du Canada, au pourtour de la baie d'Hudson, que l'on capture les zibelines, les hermines, les renards argentés, les loutres et les autres espèces à pelage précieux. Aujourd'hui encore les indigènes avec un certain nombre de « trappeurs » blancs sont les principaux pourvoyeurs de fourrures et vivent des produits de leur chasse qu'ils viennent échanger contre des vivres ou des vêtements aux postes créés dans ces solitudes glacées par les grandes maisons européennes.

Des postes d'achat les peaux sont dirigées sur les principaux marchés où se font les ventes publiques à époques déterminées : Londres, pour les peaux américaines, Irbit et Nijni-Novgorod pour les peaux asiatiques. Les ventes aux enchères à Londres ont lieu quatre fois par an, en janvier, mars, juin et octobre. L'esprit conservateur des Anglais se manifeste à cette occasion, comme en bien d'autres circonstances d'ailleurs, par l'observance de diverses formalités qui remontent à l'ancien temps : c'est ainsi qu'on se sert encore exclusivement de plumes d'oie au cours de ces ventes. A Nijni-Novgorod, des peaux se vendent à la foire annuelle qui se tient en septembre sur un emplacement réservé à cet effet. Ce sont principalement les peaux récoltées en Sibérie et dans l'Asie centrale qui sont offertes à cette foire. Ici, ce ne sont plus, comme à Londres, de grosses maisons de commission qui se chargent de la vente, mais des trafiquants qui se rendent eux-mêmes à la foire pour y traiter directement avec les acheteurs. Aussi l'aspect du marché où se coudoient les costumes les plus disparates est-il particulièrement pittoresque.

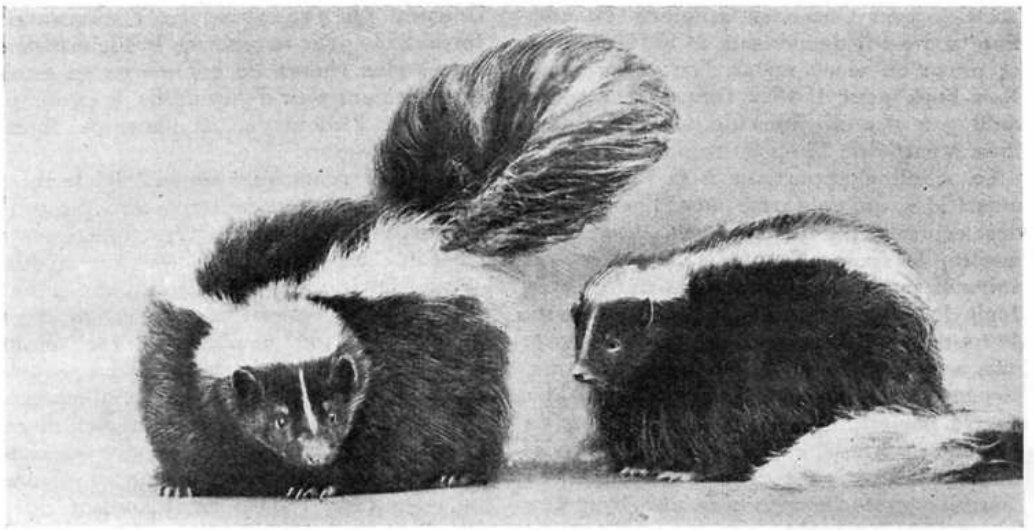
La plus grande partie des peaux brutes est achetée par les maisons de pelleteries en gros de Leipzig, où elles sont triées, apprêtées et, si besoin est, teintes dans les nuances à la mode. Puis elles sont emmagasinées et revendues à tous les confectionneurs de fourrures du monde entier. Leipzig constitue en quelque sorte l'entrepôt international de la fourrure : sur cinq cents millions de francs que représente la production annuelle des peaux à fourrures dans le monde entier, deux cents millions environ viennent s'emmagasiner et se traiter à Leipzig. L'Angleterre, la France, la Russie et l'Amérique se partagent le reste.



UN PÊCHEUR ÉMÉRITE : LA LOUTRE

Répandue dans toute l'Europe, la loutre de rivière est très recherchée car sa fourrure compte parmi celles qui, bravant la mode, ont su bénéficier de la faveur la plus durable.

En ce qui concerne la teinture et l'apprêt, chaque pays a un peu sa spécialité :



LE MEPHITIS MEPHITICA DONT LE PELAGE EST CONNU SOUS LE NOM DE SKUNK

En portant du skunk, nos élégantes ne se doutent pas qu'elles doivent cette fourrure à un animal, la mouffette, qui dégage une odeur si nauséabonde que les zoologistes le désignent, dans leurs classifications, sous le nom peu flatteur de Mephitis Mephitica. Cet animal vit aux Etats-Unis.

Londres par exemple est réputé pour les peaux de loutres et a Paris pour principal concurrent. Leipzig est, pour ainsi dire, sans rival pour l'astrakan et le breitschwanz. Paris, enfin, comme nous le verrons tout à l'heure, est le maître incontesté du lapin et le fournisseur principal du monde entier dans cet article.

Nous avons suivi les peaux depuis les territoires de chasse jusqu'aux immenses entrepôts de Leipzig d'où elles s'en vont chez les fourreurs et les couturiers pour y être définitivement transformées en vêtements. Il nous reste à étudier maintenant les animaux qui les fournissent.

D'une façon générale on peut classer les fourrures en trois catégories : celles qui se portent « au naturel » : zibeline, hermine, martre, castor, chinchilla, renards noir et argenté, lynx, skunk, vison, etc.; viennent ensuite les fourrures « lustrées », c'est-à-dire passées à une teinture appropriée destinée à en rehausser l'éclat : loutre de mer, astrakan, etc.; enfin en dernier lieu viennent toutes les peaux inférieures qui servent à imiter les autres; cette dernière catégorie est de beaucoup la plus nombreuse et son importance tend constamment à s'accroître grâce aux progrès de l'industrie.

Dans la première classe se rangent naturellement les fourrures les plus précieuses et les plus anciennement réputées. La plus chère de toutes est la zibeline, eu égard à la petite taille de l'animal qui ne mesure guère plus de 45 centimètres de long. Les plus belles zibelines se paient jusqu'à 1 500 francs la pièce à l'état brut et en premières mains, alors qu'il y a 25 ans elles ne valaient pas plus de 300 francs. Il est de plus en plus difficile de s'en procurer et le gouvernement russe vient d'en interdire la chasse pour trois ans.

LE SYMBOLE DE L'AGILITÉ
L'ÉCUREUIL PETIT-GRIS

Les écureuils ne se rencontrent plus en grand nombre que dans les profondes forêts sibériennes. En France, il est très rare d'apercevoir cet animal ailleurs que dans quelques forêts domaniales.

Aussi le prix d'un beau manteau en zibeline arrive-t-il facilement à 100 000 francs et plus : on vient même d'en vendre un à New-York pour 150 000 francs. Il est vrai qu'il y a des zibelines de toutes les qualités, à partir de 75 ou 80 francs.

La zibeline appartient à la famille des mustélidés, qui renferme aussi l'hermine et des espèces plus communes, comme la martre, la fouine, le putois, etc. Tous ces animaux sont des carnassiers féroces en dépit de leur petite taille, qui se nourrissent de tout ce qui peut tomber sous leur dent : rats, souris, lièvres, lapins, œufs, oiseaux, serpents, grenouilles et même poissons. La martre, par exemple, poursuit les oiseaux de branche en branche avec une agilité prodigieuse ; le putois est un pêcheur émérite : l'hermine, cette sœur de la belette, brune en été et blanche en hiver, sait parfaitement emporter un petit œuf, pincé entre sa poitrine et son menton pour le déguster à loisir dans les profondeurs de sa retraite.

A propos de l'hermine, disons que sa valeur n'est pas aussi considérable que d'aucuns se l'imaginent. L'hermine exerce un certain prestige sur le public, sans doute parce qu'elle a été choisie pour rehausser l'éclat des manteaux royaux ; mais c'est une des fourrures qui subit le plus de variations. On ne chasse l'hermine, du reste, que quand elle est à la mode et la consommation en oscille de 20 000 à 800 000 pièces par an ! Il y a vingt-cinq ans, les plus belles hermines étaient tombées à un franc ; revenues en faveur après le couronnement d'Edouard VII, elles montèrent jusqu'à 12 francs pour redescendre ensuite. Une belle hermine vaut actuellement en premières mains à peu près 6 francs.

Si nous envisageons maintenant la valeur absolue et non plus relative de la peau, nous trouvons que c'est au renard noir que nous devons décerner la palme. Ce dernier est une variété extrêmement rare du renard argenté et ne se rencontre plus que dans le nord du Canada ; une peau de renard noir se paie 10 000 à 12 000 francs au chasseur. Quand la fourrure noire est mélangée de poils à pointes blanches, on a alors affaire au renard argenté dont la valeur ne dépasse guère 5 000 à 6 000 francs, ce qui est déjà un joli denier.

La famille des renards offre encore une infinité de variétés, renards blancs, bleus, croisés et rouges, dans le détail desquelles nous n'entrerons pas. Les plus estimés sont naturellement les renards d'Amérique ; dans nos pays on ne trouve guère que de petits renards fauves de qualité inférieure, mais dont on fait cependant une consommation formidable pour la teinture et l'imitation de sortes plus chères : le commerce en atteint actuellement plus d'un million de peaux par an, dont l'Allemagne, à elle seule, fournit environ le quart.

Il est à remarquer que l'Angleterre, où les renards sont nombreux, ne livre guère de peaux au commerce. C'est que, dans ce pays, la chasse au renard constitue un sport extraordinairement en faveur. Le renard s'y chasse à courre au moyen de chiens spéciaux, les foxhounds, et il n'est pas rare de voir ces malheureuses bêtes, probablement entraînées par une sorte d'atavisme particulier, franchir 30 kilomètres en 40 minutes, poursuivies par des meutes spécialement dressées, qui finissent par les dévorer.

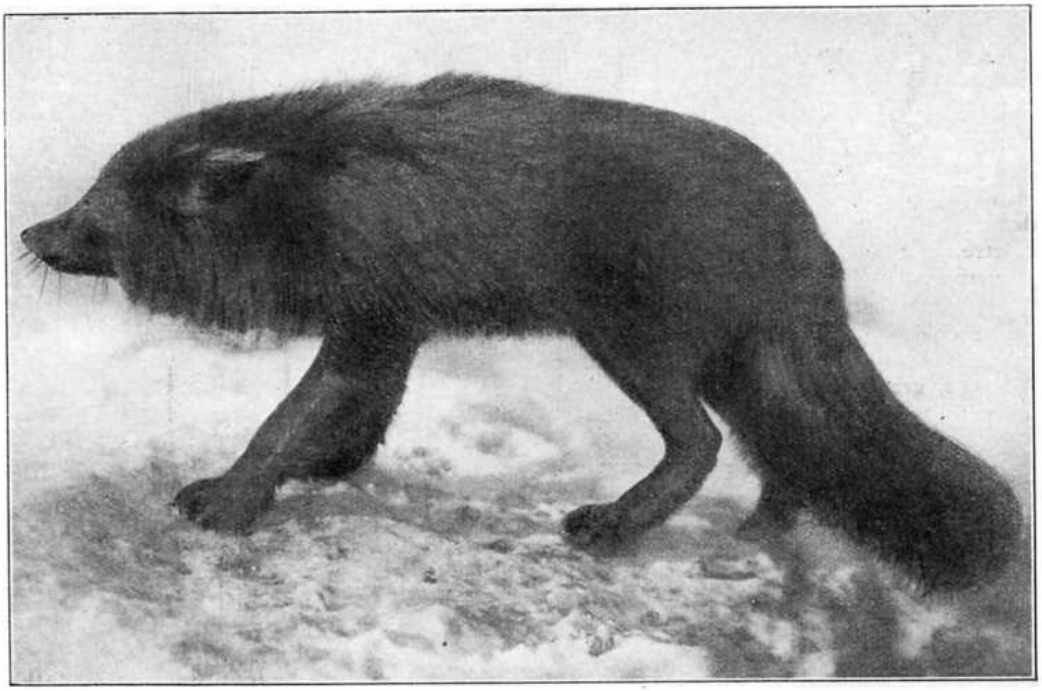
Le sport du renard est tellement ancré dans les mœurs que tout s'arrête pour laisser passer la chasse, même, paraît-il, les trains, et qu'un homme du monde convaincu d'avoir tué un renard d'un coup de feu verrait se fermer devant lui toutes les portes.

Après le renard noir, la peau la plus estimée est celle de la loutre du Kamtchatka, celle qui sert à faire les cols pour pardessus d'hommes si particulièrement estimés en Russie et en Allemagne.

La loutre du Kamtchatka, appelée quelquefois castor, n'est ni une loutre ni un castor, mais une variété de l'otarie qui vit le long des côtes de l'Alaska et des îles Aléoutiennes. Elle est devenue tellement rare qu'une peau se paie couramment 10 000 francs et qu'il ne s'en récolte plus guère que deux à trois cents par an. La chasse en est presque partout interdite et les quelques exemplaires qu'on capture encore sont considérés comme propriété du Tsar et vendus par les soins des autorités russes. C'est une des rares fourrures qui ne s'emploient que pour les vêtements d'hommes

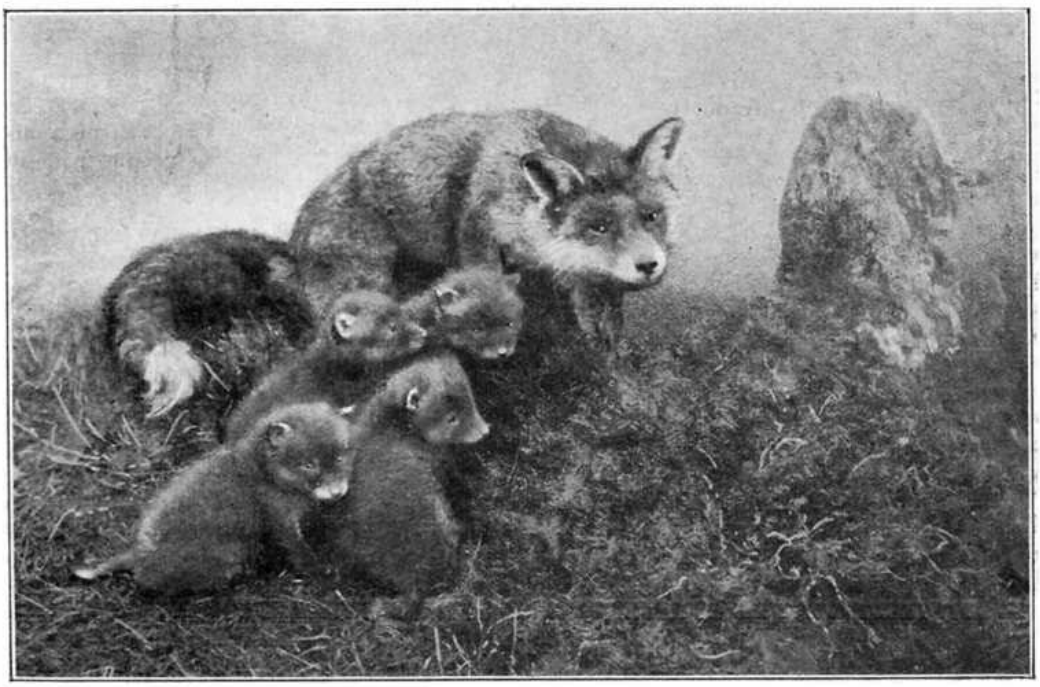
Dans la deuxième catégorie de fourrures, celles qui passent au lustrage avant d'être confectionnées, nous avons à considérer d'abord les peaux d'agneaux qui nous viennent du Turkestan sous le nom d'astrakan, de breitschwanz et de caracul, et ensuite une sorte d'otarie dont la fourrure est connue dans le commerce sous le nom plus harmonieux de loutre de mer.

L'astrakan et le breitschwanz proviennent d'une même race de moutons, le mouton caracul, qui, originaire du district du même nom dans la région de l'Oxus, est actuellement répandu dans tout le Boukhara où l'on veille avec soin à en maintenir la pureté.



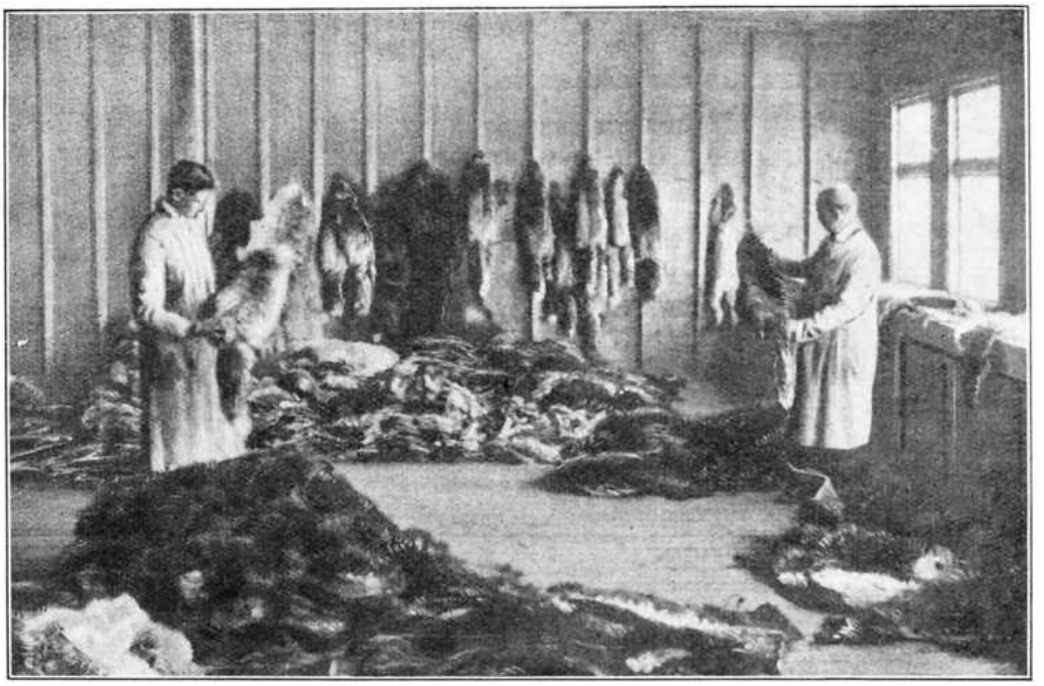
LE RENARD NOIR DONT LA FOURRURE SE PAIE JUSQU'A 15 000 FRANCS AU CHASSEUR

Cet animal est devenu si rare que, lorsqu'un chasseur le capture vivant, il peut le vendre jusqu'à 150 000 francs aux éleveurs qui dans leurs fermes en tentent la reproduction.



UNE SCÈNE FAMILIALE QU'IL SERA BIENTÔT IMPOSSIBLE DE PHOTOGRAPHIER

Le renard dont la fourrure a pris, ces derniers mois, une grande valeur est, dans certains pays, à peu près exterminé et les tanières devenues désertes ne peuvent plus offrir un spectacle comme celui-ci.



LE TRIAGE DES PEAUX DE RENARDS DANS UN ENTREPÔT AMÉRICAIN

Les grands fourreurs européens possèdent en Amérique des entrepôts où les peaux sont triées avec soin et classées par qualités et par espèces à leur arrivée des territoires de chasse.

Ces moutons, assez petits, sont revêtus à l'état adulte d'une toison longue et grossière, gris foncé, qui ne sert guère qu'à faire des tapis.

Mais les agneaux viennent au monde entièrement noirs et leur toison est composée de boucles soyeuses et bien fermées qui ne s'ouvrent guère que le dixième jour après la naissance pour se transformer petit à petit en laine véritable. On sacrifie ces agneaux entre le cinquième et le huitième jour en ayant soin qu'ils ne prennent aucune nourriture végétale et on en utilise les peaux dans le commerce sous le nom d'astrakan après les avoir passées dans une teinture qui leur donne le brillant si généralement apprécié.

Le breitschwanz, lui, représente la fourrure de l'agneau né avant terme ou dont la mère a succombé pendant la gestation et qui a été aussitôt abattu. On a prétendu longtemps que les gens du Boukhara sacrifiaient la brebis pour se procurer l'agneau et cousaient ensuite ce dernier dans un sac pour obtenir une plus belle fourrure. C'est une légende dont justice a été définitivement faite. Le breitschwanz n'a pas de boucles comme l'astrakan, mais un poil court et lisse qui prend à l'apprêt de magnifiques reflets moirés. Sa fourrure, malheureusement, en raison du peu de résistance du cuir, est de conservation délicate. On estime à 200 000 peaux d'astrakan et 100 000 peaux de breitschwanz la production annuelle du Boukhara.

Quant au caracul, par une singulière interversion de noms, il provient d'une race de moutons dite d'Astrakhan, tandis que nous appelons astrakan ce qui est fourni par le mouton caracul. Cette confusion est due à l'incertitude dans laquelle on s'est longtemps trouvé quant à l'origine exacte de ces peaux. Le caracul est, lui aussi, un agneau sacrifié avant le dixième jour. Il ne mesure guère plus de 20 à 30 centimètres de long; sa toison, brune ou mélangée de blanc, est généralement teinte en noir et les poils en ont une disposition ondulée ou flammée qui lui donne aussi un aspect moiré.

Une autre fourrure des plus recherchées est celle de la loutre de mer, qu'on appelle le plus souvent loutre tout court. Cette fourrure est fournie par une sorte d'otarie, qui fréquente principalement les parages de la mer de Behring. La loutre de mer a une toison de poils fins et soyeux recouverts de

crins rudes et longs que l'on fait tomber au tannage par un procédé spécial qui brûle la racine de ces longs poils sans toucher au duvet.

Cet animal, dont on capturait autrefois des centaines de mille, est en voie de disparition rapide. Aussi les puissances limitrophes des eaux où se pratique plus particulièrement cette pêche, ont-elles conclu un accord pour en interdire complètement la capture. Aux termes de cet accord, passé entre les Etats-Unis, l'Angleterre, la Russie et le Japon, les Etats-Unis se sont réservé le monopole de la chasse sur l'île Pribyloff et ont le droit d'y tuer 7 500 otaries par an ; les autres puissances ont également le droit de tuer un certain nombre d'animaux dans leurs troupeaux respectifs, mais le total des prises doit être contrôlé pour être partagé entre les contractants suivant une proportion déterminée. Les Etats-Unis ont concédé le droit de chasse à une société privée dont le monopole a expiré en 1910 ; depuis cette époque, le Gouvernement exploite lui-même son territoire de chasse; on a découvert, en effet, que la société concessionnaire avait, en réalité, dépassé pour plus de 300 millions de francs la quantité des otaries qu'elle avait autorisation de détruire. Le gouvernement américain a même entamé contre elle à ce propos un procès en 150 millions de dommages-intérêts, procès qui est loin d'être terminé à l'heure actuelle.

UNE ÉTUVE RUDIMENTAIRE POUR LE SÉCHAGE DES PEAUX

Nous représentons ici une phase de la transformation des peaux de lapin en fourrures de prix : le séchage. Les peaux sont fixées aux murs d'une salle que chauffe un brasero placé au centre. Au-dessus de ce foyer on a suspendu un disque dont le rôle est d'arrêter le noir de fumée.

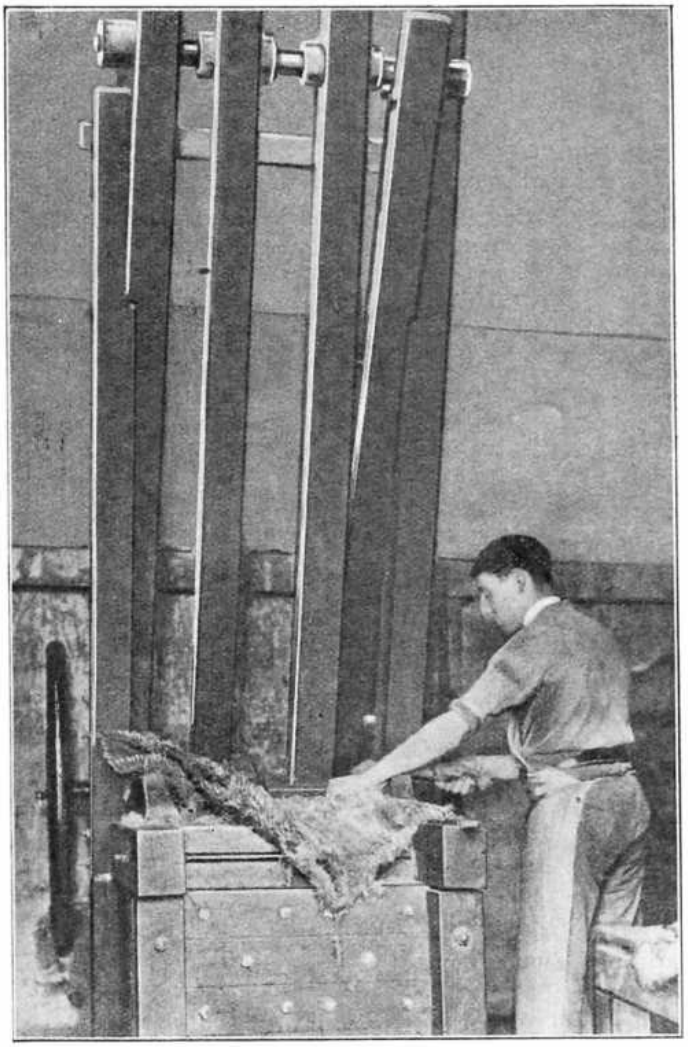
Les loutres de mer, simplement salées et empaquetées, étaient, jusqu'à ces derniers temps, vendues à Londres. Mais cette année le gouvernement américain les a fait vendre à Saint-Louis pour essayer de créer un marché de la pelleterie en Amérique.

Les loutres de mer nous amènent tout naturellement à parler de la troisième catégorie des fourrures, celles qui servent à imiter les autres, car la loutre est une de celles que l'on a le plus cherché à imiter, et il faut le dire, avec le plus de succès.

Une des plus belles imitations se fait au moyen de la peau du rat musqué, petit rongeur de 15 à 20 cm de long, extrêmement commun dans toute l'Amérique du Nord où il vit le long des ruisseaux et dans les marais.

Cet animal doit son nom à deux glandes qui sécrètent un produit à odeur de musc utilisé en parfumerie.

Ces rongeurs se multiplient avec une



LE FOULONNAGE DES PEAUX DE LAPIN

Suivant qu'on veut apprêter les peaux à l'eau ou à l'huile, on les fait macérer dans un bain de cachou, ou bien on les malaxe pour les assouplir, avec des fèces *de colza, dans un foulon à maillets verticaux. Comme nous le montrons ici, ces deux traitements ont pour résultat de faciliter l'enlèvement des* charnes.

rapidité extraordinaire, comme tous les rats d'ailleurs, et chaque femelle a, par an, trois portées de 5, 10, 12 et même 20 petits; ceux-ci sont adultes et aptes à la reproduction au bout d'un an. Malgré cela, comme on consomme environ 15 millions de peaux par an, on a craint la disparition rapide de l'espèce et des propriétaires de marais, jusque-là inutilisables, les ont transformés en parcs d'élevage pour rats musqués.

Comme la peau brute se vend de 75 centimes à 3 et 4 francs, suivant la qualité, on voit que le bénéfice en vaut la peine. Ce dernier s'augmente encore du fait que la chair est comestible, et les éleveurs ne se font pas faute de l'expédier salée à New-York où, vendue sous le nom de lapin *(swamp rabbit)* elle fait les délices des habitués des restaurants de troisième ordre.

L'utilisation du rat musqué en pelleterie ne date guère que d'une trentaine d'années; jusque-là on rasait les poils pour la fabrication du feutre de chapellerie. La raison en était que la fourrure se compose, comme celle de l'otarie de deux sortes de poils: un duvet fin et des crins longs et rudes que l'on ne savait comment enlever L'invention de l'épilage électrique que nous étudierons en détail à propos du lapin, vint lever la difficulté.

Le rat épilé a pris, dans le commerce, le nom de rat électrique, et sa fourrure est couramment vendue sous le nom de loutre d'Hudson.

Un autre animal qui sert à beaucoup d'imitations est l'opossum. On en distingue deux espèces assez dissemblables dont l'une vit en Australie et l'autre en Amérique. L'opossum d'Australie appartient au genre des marsupiaux, c'est-à-dire que la femelle est munie d'une poche ventrale dans laquelle elle renferme ses petits après leur naissance jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment développés. On emploie environ cinq millions de peaux d'opossum par an pour imiter différentes fourrures, en particulier le skunk. On les porte aussi quelquefois au naturel.

En Amérique vit une autre espèce d'opossum, assez semblable à un rat. L'opossum d'Amérique, très carnassier, fournit un rôti délicat qui, paraît-il, était particulièrement estimé par M. Taft. Très rusé, il fait le mort quand on l'attrape et reste immobile même sous les coups les plus violents; mais à peine a-t-on le dos tourné qu'il se réveille et s'échappe prestement. Cette habitude est passée en proverbe en Amérique où l'ex-

UNE DES PHASES LES MOINS AGRÉABLES DE LA TOILETTE DES PEAUX

Une fois foulonnées, les peaux sont portées au « tireur » qui les racle sur un couteau mousse pour les allonger et enlever les chairs qui y adhèrent encore. Ce travail qu'on appelle l'écharnage doit être effectué dans une salle bien aérée car les peaux dégagent une odeur nauséabonde.

pression *to play Possum* est synonyme de « faire la bête ».

Nous venons de parler du skunk. Bien que la fourrure de cet animal se porte généralement au naturel, nous l'avons réservé pour la fin en raison des particularités qu'il présente.

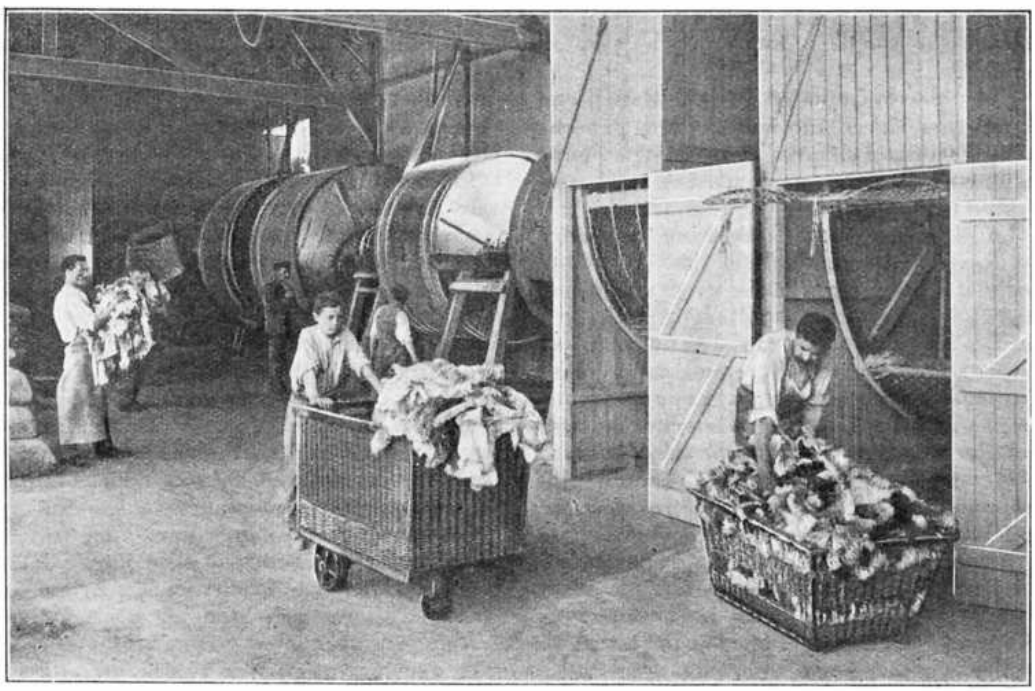
Le skunk, animal d'environ un mètre de long, à queue épaisse, couvert d'une belle fourrure brun noir avec une tache blanche sur la nuque et sur les épaules, est le plus malodorant de tous les animaux, ce qui ne l'empêche pas d'être particulièrement apprécié par nos élégantes. Les zoologistes n'ont pas trouvé d'autre nom pour lui que celui peu flatteur de *Mephitis Mephitica*. Il doit cette réputation à son habitude déplorable de projeter à plusieurs mètres derrière lui, lorsqu'il est attaqué ou poursuivi, le contenu de deux glandes qui répand une odeur suffocante. Cette arme terrible suffit à le protéger contre tous les animaux et il n'y a guère que l'homme qui ait su ne pas se laisser intimider par elle.

Pour donner une idée de la violence de cette odeur, on cite le fait d'un skunk qui, s'étant introduit par hasard dans le théâtre d'une petite ville américaine pendant une représentation, provoqua une panique indescriptible au cours de laquelle plusieurs personnes furent gravement blessées. Le mot « skunk » est devenu d'ailleurs une injure aux Etats-Unis, particulièrement dans l'Ouest.

Le skunk s'apprivoise assez facilement et il s'est créé de grandes entreprises d'élevage de skunks aux États-Unis. La grande difficulté est de les tuer sans provoquer l'émission de la liqueur puante qu'ils ne manquent pas de projeter quand ils sont effrayés. On a recours à l'électricité et on fait passer les animaux qui doivent être sacrifiés dans un enclos garni de plaques métalliques où ils sont foudroyés en bloc. Parfois aussi on leur extirpe les glandes aussitôt que possible après leur naissance.

Ces fermes de skunks nous amènent à parler de la question tout actuelle de l'élevage des animaux à fourrure. En raison de la disparition rapide dont sont menacées certaines espèces, les gouvernements intéressés en ont interdit la chasse à certaines époques. Aux États-Unis on réserve aussi d'immenses espaces où la capture est rigoureusement interdite. Mais le procédé le plus rationnel au point de vue commercial

LE TRIAGE DES PEAUX DE LAPINS DANS UNE « MANUFACTURE » DE FOURRURES
Il faut environ six semaines pour transformer une peau de lapin. Les dépouilles, fendues du côté du ventre, sont d'abord retournées et séchées, puis triées avec soin selon leur qualité.



APRÈS L'ÉCHARNAGE, LES PEAUX SONT DÉGRAISSÉES MÉCANIQUEMENT
Pour enlever l'excès de graisse ou de cachou on agite les peaux de lapin dans des machines rotatives qui renferment un mélange de sciure de bois et de plâtre.

réside dans la domestication de ces animaux et leur élevage régulier.

Les essais méthodiques de cet ordre ne remontent guère à plus d'une dizaine d'années. Ceux qui ont le mieux réussi ont porté sur le renard argenté. Des centaines de « fermes » plus ou moins grandes existent actuellement dans le Labrador, à Terre-Neuve, dans l'île du Prince-Edouard, à l'embouchure du Saint-Laurent, etc., qui élèvent les renards noirs et argentés et réalisent des bénéfices considérables, certaines compagnies payant jusqu'à 900 pour 100 de dividende à leurs actionnaires. Un couple d'animaux reproducteurs se vend couramment 150 000 francs et même certaines femelles particulièrement fécondes valent ce prix à elles seules. On sélectionne ensuite les jeunes et on arrive ainsi à obtenir des peaux remarquablement régulières, qui se vendent 5 et 10 000 francs pièce. Cette industrie est tellement en vogue au Canada à l'heure actuelle que toutes les portées du printemps de 1914 sont, paraît-il, déjà vendues à option avec un dédit de 10 %.

Des essais analogues sont actuellement tentés pour d'autres animaux, comme la zibeline, mais ils sont trop récents pour être encore concluants. Les Allemands aussi ont obtenu de bons résultats dans l'Afrique du Sud-Ouest où ils ont transporté, en 1909, un troupeau de 200 moutons caraculs.

Il nous reste à parler maintenant d'un dernier animal à fourrure, qui nous intéresse tout particulièrement, parce que nous en sommes les plus gros producteurs, le lapin.

L'industrie de la peau de lapin est en effet essentiellement française : on transforme en fourrures en France près de 100 millions de peaux par an et le seul pays qui puisse soutenir la comparaison, la Belgique, ne vient que loin derrière avec 20 millions de peaux seulement. Cela tient en première ligne à ce que nos lapins, et principalement ceux du Centre et de l'Est, fournissent les plus belles peaux du monde et qu'il a été jusqu'à présent impossible à nos concurrents d'en obtenir l'équivalent chez eux.

Il faut environ six semaines pour transformer une peau de lapin en fourrure présentable. Les peaux, simplement retournées et séchées, comme le font les ménagères avant de les vendre, sont d'abord fendues du côté du ventre. Puis, suivant qu'on veut les apprêter à l'eau ou à l'huile, on les met macérer dans un bain de cachou et autres substances, ou bien on les passe dans un foulon où on les graisse avec des résidus de colza. Dans le premier cas, la macération ramollit les charnes, lambeaux de chair qui restent adhérents au cuir : au bout de quelques jours on retire les peaux du bain et on les racle avec un couteau pour enlever ces charnes, on pratique ce qu'on appelle l'*écharnage*, opération assez répugnante et nauséabonde. Une fois écharnées, les peaux sont séchées à l'étuve.

Si elles sont apprêtées à l'huile, le simple foulonnage en présence de résidus de colza suffit pour les ramollir et assouplir le cuir; il ne reste plus alors qu'à étirer la peau sur un couteau mousse pour enlever les charnes encore adhérentes et rendre à la peau toute sa largeur.

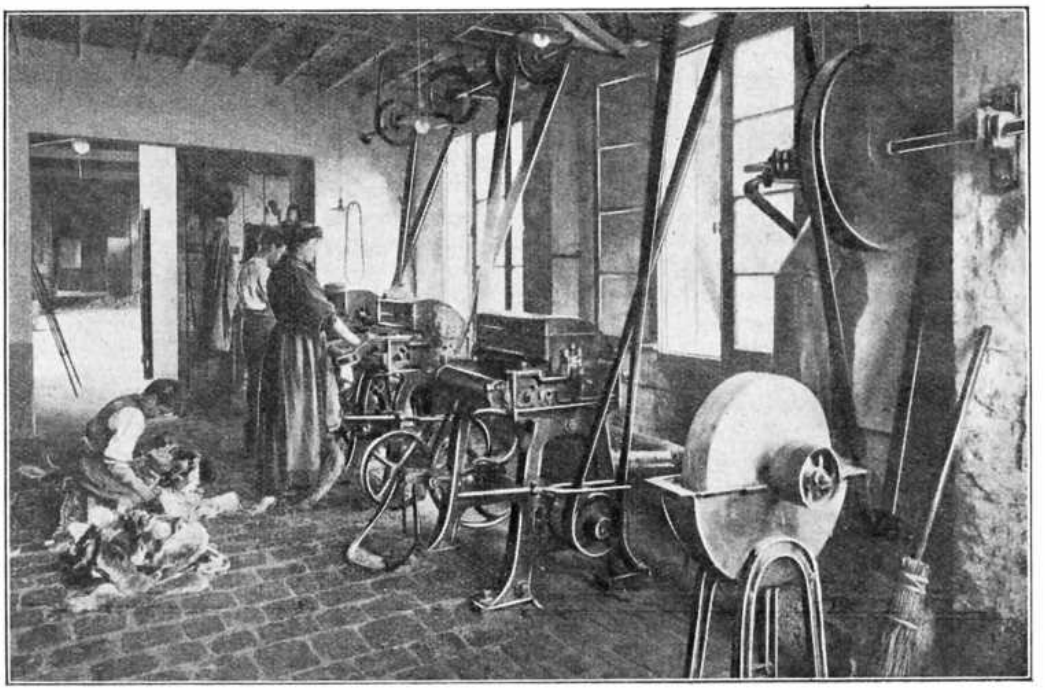
Une fois écharnées, les peaux sont dégraissées dans de grands tours où elles sont malaxées mécaniquement avec un mélange de plâtre et de sciure de bois qui enlève l'excès de graisse ou de cachou. De là, elles passent au découpage : on leur enlève le cou, les pattes et la queue et on raccommode celles d'entre elles qui présentent des solutions de continuité. Les peaux sont alors prêtes pour le rasage.

Cette opération, comme le nom l'indique, a pour but de ramener tous les poils à une longueur uniforme, à moins que l'on ne préfère garder à ceux-ci toute leur longueur pour l'imitation de certaines fourrures comme celles du renard. Les lapins non rasés s'appellent *longs poils ;* les autres sont désignés sous les noms de *rasés* et *demi-rasés* suivant que l'on a coupé les poils sur une hauteur de 14 ou de 17 mm. Cette opération qui se faisait autrefois à la main au prix de mille difficultés et qui était particulièrement dangereuse pour la santé des ouvriers en raison des poussières de toutes sortes dégagées pendant le travail, s'exécute aujourd'hui à la machine dans des conditions bien meilleures. Les peaux, entraînées par une toile sans fin, passent sous un cylindre muni de couteaux obliques qui tournent à une vitesse de 1 000 à 1 200 tours et tranchent net le poil grâce à la force d'inertie. Les débris sont aspirés par un tuyau et collectés dans une boîte close d'où ils s'en vont chez le fabricant de feutre.

Une fois rasées, les peaux sont passées à la teinture. Celle-ci varie, bien entendu, suivant la fourrure que l'on veut imiter : loutre, castor, chinchilla, renards divers, etc. Dans le cas de la loutre, qui constitue une des plus grosses spécialités, la teinture se fait en deux fois : on colore d'abord à la brosse la surface de la fourrure en noir brillant, puis on fait barboter les peaux dans des cuves où le cuir et la base des poils se

LES LUSTREURS DONNENT ICI LA MESURE DE LEUR TALENT D'IMITATION

Les peaux, une fois tannées, sont lustrées à la surface au moyen d'une teinture étendue avec une brosse; on emploie des colorants de teintes différentes suivant la fourrure que l'on veut imiter.



POUR IMITER LA LOUTRE, LE CASTOR, ETC., ON RASE PLUS OU MOINS LES POILS

Entraînées par une toile sans fin sur laquelle on les maintient étendues, les peaux passent sous des couteaux rotatifs qui rasent les poils à une longueur variable suivant la fourrure à imiter.

L'ASSEMBLAGE DES PEAUX DANS L'ATELIER DE COUTURE

Les peaux sont fréquemment de trop petite dimension pour qu'on en fasse des vêtements, il faut les assembler. Mais, afin de pouvoir tailler à l'aise, les fourreurs ont l'habitude de coudre, sous forme de bandes sans fin, qui prennent le nom de nappettes, *un grand nombre de peaux.*

teignent en violet brun ou en gris foncé : la combinaison des deux nuances donne à la fourrure un reflet qui imite à s'y méprendre celui de la loutre de mer.

Les peaux retirées du bain et séchées, il reste encore à les épiler, c'est-à-dire à enlever les crins blancs et rudes qui se trouvent disséminés dans le duvet et donnent à la fourrure un aspect rugueux. Pour ce faire on utilise la différence d'élasticité des deux sortes de poils. On fait passer la peau entre trois petits rouleaux disposés de façon que le duvet reste constamment maintenu par deux d'entre eux; les crins ou jarres, plus résistants, échappent, au contraire, à cette action et en se redressant viennent saillir au devant de la fourrure où une lame de couteau animée d'un mouvement alternatif les coupe ras. Autrefois, on amenait ces crins en contact avec un fil métallique rougi par l'électricité qui les brûlait jusqu'à la racine, d'où le nom de *lapin électrique* quelquefois donné aux peaux épilées, mais ce procédé avait l'inconvénient d'attaquer souvent le cuir lui-même et de détériorer la peau, tandis qu'à présent cet inconvénient est évité. Cette opération porte le nom *d'éjarrage.*

Le lapin épilé et convenablement teint imite la loutre de mer à s'y méprendre, aussi en prépare-t-on d'énormes quantités qui sont d'ailleurs presque toutes exportées. La Russie, cependant, préfère le lapin non épilé. On se dispense aussi de cette opération pour imiter le castor dont la fourrure a elle-même un aspect un peu rugueux.

Il est, en général, assez facile de reconnaître les imitations, à ceci que, dans les peaux naturelles et véritables, le cuir est blanc ou crème, tandis que, dans les peaux imitées, il est toujours coloré par la teinture. Il est bon de s'assurer aussi, en inspectant la peau du côté cuir, que la fourrure qu'on vous présente n'est pas faite d'une infinité de petits morceaux.

Pierre ALIAMET.

LA MORT DES CANARIS RÉVÈLE LA PRÉSENCE DE L'OXYDE DE CARBONE DANS LES GALERIES DE MINES

Après une explosion de grisou ou un coup de poussière dans une mine de houille, de grands dangers menacent les équipes de sauveteurs qui descendent dans les galeries pour porter secours aux victimes. En dehors des nouvelles explosions qui sont à redouter, l'incendie de la mine dégage des gaz délétères contenant beaucoup d'oxyde de carbone. C'est pourquoi, bien que ces équipes de sauveteurs soient munies d'appareils respiratoires spéciaux qui préservent les hommes contre l'asphyxie, il est prudent de disposer d'un moyen sûr pour déceler les moindres indices de danger.

A cet effet on utilise, depuis longtemps, dans les mines de houille américaines, des canaris placés dans une cage que porte chaque sauveteur.

Notre sensibilité s'émeut de la cruauté de ce procédé; nous lui préférons de beaucoup l'emploi d'un appareil automatique, comme le toximètre que nous avons déjà eu l'occasion de décrire, et qui donne des indications pour le moins aussi nettes. Quoi qu'il en soit, le sacrifice de ces oiselets a rendu jusqu'ici de grands services aux mineurs.

En effet, lorsque, dans une atmosphère contenant quelques millièmes d'oxyde de carbone, on introduit un serin, celui-ci commence à manifester une extrême angoisse dès la fin de la deuxième minute; il perd connaissance à la fin de la troisième et meurt à la vingt-cinquième. La souris se comporte à peu près de la même façon.

Chez l'homme, avec la même proportion d'oxyde de carbone, il y a malaise après 20 minutes, intoxication grave après une heure et mort au bout de huit heures.

Ce sauveteur, muni d'un appareil respiratoire et portant une cage dans laquelle sont enfermés des serins, s'apprête à descendre dans une mine après une explosion. Les serins lui seront d'un utile secours pour déceler la présence des gaz délétères et du grisou dans les galeries.

Cet écart très sensible entre la résistance de l'organisme d'un serin et celle de l'homme vis-à-vis de l'intoxication par l'oxyde de carbone permet aux sauveteurs de constater assez à temps la présence de ce gaz et d'interdire l'accès de la mine aux personnes non munies d'un appareil respiratoire.

Une source thermale qui couve les œufs

Un fermier californien a découvert un moyen ingénieux pour faire éclore les œufs de ses poules. Il fait passer dans le thermosiphon de sa couveuse l'eau tiède provenant de la source d'Arrowhead, voisine de sa métairie. La chaleur de la source thermale remplace, paraît-il, parfaitement la lampe de chauffage de la couveuse. C'est d'ailleurs tout à fait par hasard qu'il a été amené à envisager cette solution. Une poule mourut une semaine avant que les œufs qu'elle couvait fussent près d'éclore. Les couveuses artificielles du fermier étant à ce moment inutilisables, le seul moyen de compléter l'incubation lui parut être la source chaude qui jaillissait près de sa grange.

Il se trouva que la température de l'eau thermale, remarquablement constante, coïncida parfaitement avec celle qui doit être maintenue dans la couveuse pour obtenir l'éclosion des œufs.

Quelle que soit l'originalité de ce système d'incubation, nous ne le signalons qu'à titre de curiosité. Il est exceptionnel, en effet, qu'un aviculteur ait à sa portée une source tiède, et qu'il puisse éviter le chauffage artificiel.

COMMENT FAVORISE-T-ON LES DÉCOUVERTES

Par le Dr E. TOULOUSE

MÉDECIN-CHEF DE L'ASILE DE VILLEJUIF

L'ÉMOTION causée par l'histoire de Tellier, le créateur du froid industriel, est encore présente au cœur de tous.

Nous aimons à être transportés rapidement lorsque nous sommes pressés, à être chauffés par un moyen salubre, à nous guérir d'une infection quand elle nous atteint. Et tout ce bien-être provient de découvertes faites dans des laboratoires, par des savants, des médecins, des inventeurs. Mais que faisons-nous pour favoriser ce travail de production qui est tout dans le progrès d'un peuple? Ce n'est pas long à dire.

***

Il existe des Universités où s'élabore la science. Mais leur tâche n'est pas ce travail de recherches: elle consiste essentiellement dans l'enseignement. Curie, qui nous a donné le radium, n'a pas été choisi pour ses aptitudes à des recherches scientifiques, mais seulement comme un quelconque docteur ès sciences capable d'apprendre clairement les éléments de la chimie aux tout jeunes étudiants. Ce grand physicien était un professeur du P. C. N., qui constitue un peu l'annexe, l'ordre mineur de l'Université.

Or quel rapport y a-t-il entre l'enseignement et la découverte? A peu près aucun.

Enseigner suppose un savoir toujours présent, à la fois très précis et très étendu, dont le véritable inventeur peut se passer et même se trouver gêné dans son imagination créatrice. Il est bon d'être instruit quand on veut découvrir; sinon l'on s'expose à toutes sortes de mésaventures, à être arrêté par des difficultés élémentaires, à redécouvrir des choses banales, et encore! Des notions précises sont des interprétations qui voilent la nature. Souvent un savant passe — sans le regarder — devant un fait nouveau qui frapperait un ignorant, parce qu'il le voit à travers sa science explicative, fausse ou incomplète sur ce point. Tout de même l'homme d'une culture étendue est donc mieux armé pour trouver. Mais une culture générale un peu vague est plus favorable à la découverte tandis qu'une science précise l'est davantage à sa démonstration. L'optimum est entre les deux tendances.

Ce qui est sûr c'est que les plus créateurs des savants ne furent pas les plus érudits. Ainsi Moissan, qui avait une grande originalité de pensée, ne passait pas pour être particulièrement instruit. Il arrive même que le savant crée dans le domaine où il sait le moins. L'exemple de Pasteur, chimiste, révolutionnant la biologie et la médecine par ses découvertes, est célèbre. Ce qui le servit dans son action, ce fut sûrement d'avoir une culture élevée, mais qui ne se superposait pas aux faits étudiés et par conséquent ne les masquait pas. Quand il fut chargé d'étudier la maladie des vers à soie, qu'il devait comprendre et guérir, il alla voir Fabre, le grand entomologiste, et le stupéfia par son ignorance complète de la question, du point de vue zoologique; ce qui ne l'empêcha pas de trouver dans cette voie des faits nouveaux éclatants. Donc le savoir du professeur et la découverte sont deux attitudes, deux tendances différentes qui risquent de se contrarier.

D'autre part, enseigner nécessite un talent de parole, un art d'expression dont l'inventeur ne peut tirer aucun profit. Il arrive alors que le scientifique à grande mémoire, érudit, éloquent, prime forcément d'autres esprits curieux doués pour la science. Le mal est surtout grand en médecine, où les concours, qui se prolongent jusqu'à quarante ans, sont propres à fournir plutôt des avocats que les bons ouvriers d'une cause scientifique. Claude Bernard, qui devait révolutionner la science médicale par la physiologie, échoua aux concours de l'Ecole de Médecine.

***

Comment modifier ces conditions si défavorables à la recherche?

Il faudrait d'abord séparer la fonction du professeur et celle du savant. Il existe bien des établissements de recherches tels que le Collège de France et le Museum. Mais les membres de ces établissements, qui datent des siècles passés, ont le titre et la charge de professeur: ils doivent d'abord faire des

cours. Je pense que ces cours devraient être facultatifs, car ils ne sont qu'un à côté de la tâche du savant. Que pèsent les cours de Berthelot à côté de ses découvertes; et ne doit-on pas regretter le temps affecté par ce chimiste aux leçons qu'il était tenu de débiter devant une demi-douzaine de retraités ou de gens frileux?

On a également créé, il est vrai, un établissement de pures recherches, l'École des Hautes-Etudes. Seulement les membres de cet institut, les directeurs de laboratoires, qui ont vraiment un titre et une fonction de savant, sont dispensés de cours... et aussi de traitement. Il est des directeurs et des chefs de laboratoires qui touchent quelque chose comme 1 200 francs par an et moins. A ce taux les fonctions scientifiques deviennent un luxe, et il faut les faire passer après celles qui apportent les moyens de vivre.

Un seul établissement a été rationnellement organisé — et encore par l'initiative privée — dans le but de la recherche; c'est l'Institut Pasteur. Mais il est spécialisé à certains travaux d'ordre biologique.

Or, en Allemagne, il existe un institut de recherches générales, bien doté et auquel l'empereur s'intéresse particulièrement; car il sait que tout le progrès, même le progrès militaire, sort des laboratoires. En Amérique, des milliardaires ont créé des instituts de recherches. L'institut Rockfeller a accueilli notre compatriote, le Dr Carrel, qui tout de suite a pu, dans un milieu bien organisé, fournir des travaux originaux.

Encore aucun de ces instituts ne fait-il place à l'inventeur solitaire ou non régulier. Un Tellier, qui créera l'industrie du froid, n'entrera pas dans ces instituts officiels. Et sa lamentable odyssée est toujours promise aux chercheurs isolés. C'est pour eux qu'il faut des subventions.

En principe, il ne manque pas de subventions offertes au travail sous forme de prix. Ainsi l'Académie de Médecine dispose de revenus élevés, plusieurs centaines de mille francs; mais les membres des commissions, en l'absence d'une organisation de contrôle, sont trop tentés de partager ces ressources entre leurs élèves. Et c'est à peu près partout le même défaut.

Il vaut mieux, d'ailleurs, subventionner le travail à faire, qui souvent est interrompu faute de moyens, que le travail fait. C'est le but de la caisse des recherches scientifiques, institution excellente en principe. Mais, en fait, l'argent ne sort guère d'un cercle étroit de travailleurs.

D'ailleurs la difficulté de choisir parmi les idées, de contrôler les découvertes, est grande. Il faudrait que le laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers pût gratuitement procéder à des vérifications et donner des conseils utiles.

D'autre part, les inventeurs sont trop souvent dépouillés du profit de leurs découvertes. C'est par l'union qu'ils sauront, comme les gens de lettres, se défendre.

***

En vérité, la découverte échappe à une organisation rationnelle, tandis que la recherche méthodique qui la favorise est matière plus concrète. C'est donc la recherche qu'il faut organiser.

Certes il est des individus bien doués qui, dans les pires conditions, sont capables de trouver un jour la vision à distance ou la bicyclette aérienne. Mais ceux-là mêmes et plus encore la moyenne des individus trouveront d'autant mieux qu'ils travailleront dans des conditions plus favorables. Puis, sous les découvertes sensationnelles, il y a un patient travail qui les rend possibles. L'inventeur génial n'est souvent qu'un savant plus heureux que cent camarades qui auraient pu, servis par un peu de chance, avoir le profit moral du fait nouveau.

Et c'est cette besogne obscure, qui est proprement la création patiente de la science, que l'on peut et que l'on doit organiser. Voyez ce que l'automobile est devenue en quelques années. Or qui a fait le taxi, aujourd'hui à la disposition de tous? Mille ingénieurs et ouvriers anonymes.

La première chose à faire est de constituer une carrière de la recherche comme il y en a une pour l'administration ou la magistrature; il ne faut plus qu'elle soit, ainsi qu'une institution parasite, asservie à l'enseignement public.

Pour avoir résisté à cette situation extraordinairement défavorable, il faut vraiment que l'homme soit un animal inventif.

Dr Toulouse.

LES CLASSIQUES DE LA SCIENCE

LE PHILOSOPHE FONTENELLE

(1657-1757)

Fils d'une sœur de Corneille, Bernard Le Bovier de Fontenelle naquit à Rouen, sous le règne de Louis XIV, en 1657. Il vécut un siècle.

Après de brillantes études au collège de sa ville natale, Fontenelle fut destiné au barreau par son père. Ce n'était sans doute pas là sa vocation ; il perdit la première cause qu'il plaida et ne tarda pas, découragé peut-être par cet insuccès, à laisser la robe d'avocat pour se livrer à l'étude des lettres et des sciences.

LE PHILOSOPHE FONTENELLE

A vingt ans, Fontenelle compte déjà parmi les gens de lettres; il collabore au *Mercure galant*, écrit des tragédies, comme *Aspar* (1681) et des opéras : *Psyché*, *Bellérophon* (1683). En cette même année, il publie ses *Dialogues des Morts*, qui contribuent à établir sa réputation. Il compose quelques pastorales et donne, en 1685, ses *Réflexions sur la politique*.

De cœur sec et de bonne santé, inaccessible aux passions, Fontenelle était bien fait pour être centenaire. Mais, à la froideur du cœur il suppléa par une haute probité, une loyauté à toute épreuve et une grande correction.

Pour une société imbue de la philosophie cartésienne, il écrit, en 1686, les *Entretiens sur la pluralité des mondes*, ouvrage qui fut plus tard son vrai titre pour le poste honorifique et envié de secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Fontenelle se posa en défenseur des théories nouvelles ; il entreprit de démontrer aux gens du monde qu'avant Descartes, personne n'avait de sens commun (*Digressions sur les Anciens et les Modernes*).

Payant d'audace, il attaque, en vrai sceptique qu'il demeura toute sa vie, le christianisme aussi bien que les religions des Anciens, et il écrit de malicieux traités satyriques sur les origines des fables; l'*Histoire des oracles* fut publiée en 1687. Cet ouvrage lui ouvrit les portes de l'Académie des Inscriptions et Médailles, institution créée par Louis XIV en 1663.

Ses titres à la renommée augmentant donc de jour en jour, Fontenelle ambitionna d'entrer à l'Académie française. Malgré son talent il n'y réussit qu'à la cinquième tentative, en 1691 ; il n'avait alors que 34 ans.

En 1697, il entre à l'Académie des Sciences; il remplit, de 1699 à 1739, les fonctions de secrétaire perpétuel de cette Compagnie.

C'est pendant cette période de quarante années qu'il s'adresse au grand public et cherche à lui persuader que la vérité désormais ne pourra être que scientifique.

Il fait de la science un instrument d'émancipation intellectuelle; il étaye sur elle toute une philosophie, et c'est ainsi qu'on a pu le décorer du titre de *premier ministre de la Philosophie*. On l'appela encore le *Nestor de la littérature*. A ces titres pompeux on pourrait en ajouter un troisième, celui de *premier vulgarisateur scientifique* que son talent pour exposer avec clarté les découvertes des sciences lui a très largement mérité.

A l'heure où la vulgarisation des sciences est à l'ordre du jour et où les vulgarisateurs sont fort nombreux, il n'est que trop juste de rappeler le grand précurseur que fut Fontenelle, et il faut souhaiter que ceux qui s'assignent la tâche de distribuer à la foule les connaissances scientifiques dont elle se montre chaque jour plus avide, puissent s'engager avec le même talent, la même conscience et le même succès dans la voie tracée par Fontenelle.

Dans ses *Eloges des Académiciens*, qui sont considérés comme des chefs-d'œuvre, et qui ont puissamment contribué à le rendre célèbre, il n'a pas prétendu au rôle de juge ; il a voulu simplement se faire « nouvelliste scientifique » ; spirituel avec bonhomie, il a dessiné ses portraits d'académiciens d'une façon si vivante qu'il n'est aujourd'hui de meilleures biographies de ces personnages dont certains furent ainsi, grâce à lui, sauvés de l'oubli.

Au temps du ministère Fleury, il fut au comble de sa renommée; très recherché du grand monde, il trônait dans les salons de Mme de Lambert et de Mme de Tencin. C'est alors qu'il publia les *Eléments de la géométrie de l'infini*. Il était âgé de 95 ans lorsqu'il publia la *Théorie des tourbillons cartésiens*.

Fontenelle a exercé, avant Voltaire, une sorte

de royauté littéraire car il a essayé, comme lui, de tous les genres, mais il fut moins redouté et plus aimé. Sa réputation de critique et de journaliste avisé sut lui réserver une place considérable parmi les célébrités qui caractérisèrent le mouvement intellectuel du XVIII[e] siècle.

G. Cuvier a dit de lui : « Fontenelle, par la manière claire, lucide, dont il exposait les travaux de l'Académie, concourut à répandre le goût des sciences plus peut-être qu'aucun de ceux qui en traitèrent de son temps. »

Rappelant ces paroles, Flourens ajoutait : « Cela est vrai, mais cela n'est pas assez. Fontenelle ne s'est pas borné à répandre le goût des sciences. Nul n'a mieux secondé Descartes, destructeur de la philosophie scolastique (philosophie du Moyen Age); nul, après les grands hommes qui l'ont fondée, les Descartes, les Bacon, les Galilée, les Leibnitz, les Newton, n'a mieux compris la philosophie moderne; il est un des premiers qui ait vu la métaphysique des sciences, et le premier qui leur ait fait parler la langue commune. Son influence a été plus grande qu'on ne le pense. Il lui est arrivé la même chose qu'à Buffon : l'écrivain a fait oublier le savant et le philosophe. »

Fontenelle a, comme la plupart des écrivains de son époque, touché à peu près à toutes les branches des connaissances humaines, sinon avec un égal bonheur, du moins avec une maîtrise qui fut toujours heureuse et dont le temps n'a pas diminué l'autorité.

Tel est l'homme dont nous publions les quelques pages qui suivent, extraites de ses *Entretiens sur la pluralité des mondes*, son véritable chef-d'œuvre.

LA TERRE EST UNE PLANÈTE QUI TOURNE SUR ELLE-MÊME ET AUTOUR DU SOLEIL

Par FONTENELLE

FIGUREZ-VOUS un Allemand, nommé Copernic, qui fait main basse sur tous ces cercles différents et sur tous ces cieux solides qui avaient été imaginés par l'antiquité. Il détruit les uns, il met les autres en pièces. Saisi d'une noble fureur d'astronome, il prend la Terre, et l'envoie bien loin du centre de l'univers, où elle s'était placée, et dans ce centre il y met le Soleil, à qui cet honneur était bien mieux dû. Les planètes ne tournent plus autour de la Terre, et ne l'enferment plus au milieu du cercle qu'elles décrivent. Si elles nous éclairent, c'est en quelque sorte par hasard, et parce qu'elles nous rencontrent en leur chemin. Tout tourne présentement autour du Soleil; la Terre y tourne elle-même; et, pour la punir du long repos qu'elle s'était attribué, Copernic la charge le plus qu'il peut de tous les mouvements qu'elle donnait aux planètes et aux cieux. Enfin, de tout cet équipage céleste dont cette petite Terre se faisait accompagner et environner, il ne lui est demeuré que la Lune, qui tourne encore autour d'elle.

— Attendez un peu, dit la marquise, il vient de vous prendre un enthousiasme qui vous a fait expliquer les choses si pompeusement, que je ne crois pas les avoir entendues. Le Soleil est au centre de l'univers, et là il est immobile; après lui, qu'est-ce qui suit?

— C'est Mercure, répondis-je; il tourne autour du Soleil, en sorte que le Soleil est à peu près le centre du cercle que Mercure décrit. Au-dessus de Mercure est Vénus, qui tourne de même autour du Soleil. Ensuite vient la Terre, qui, étant plus élevée que Mercure et Vénus, décrit autour du Soleil un plus grand cercle que ces planètes. Enfin suivent Mars, Jupiter, Saturne, selon l'ordre où je vous les nomme, et vous voyez bien que Saturne doit décrire autour du Soleil le plus grand cercle de tous; aussi emploie-t-il plus de temps qu'aucune autre planète à faire sa révolution.

— Et la Lune, vous l'oubliez? interrompit-elle.

— Je la retrouverai bien, repris-je. La Lune tourne autour de la Terre, et ne l'abandonne point; mais comme la Terre avance toujours dans le cercle qu'elle décrit autour du Soleil, la Lune la suit, en tournant toujours autour

d'elle; et si elle tourne autour du Soleil, ce n'est que pour ne point quitter la Terre.

— Je vous entends, répondit-elle, et j'aime la Lune de nous être restée lorsque toutes les autres planètes nous abandonnaient. Avouez que, si votre Allemand eût pu nous la faire perdre, il l'aurait fait volontiers; car je vois dans tout son procédé qu'il était bien mal intentionné pour la Terre.

— Je lui sais bon gré, répliquai-je, d'avoir rabattu la vanité des hommes, qui s'étaient mis à la plus belle place de l'univers, et j'ai du plaisir à voir présentement la Terre dans la foule des planètes.

— Bon! répondit-elle, croyez-vous que la vanité des hommes s'étende jusqu'à l'astronomie? Croyez-vous m'avoir humiliée, pour m'avoir appris que la Terre tourne autour du Soleil? Je vous jure que je ne m'en estime pas moins.

— Mon Dieu, madame, repris-je, je sais bien qu'on sera moins jaloux du rang qu'on tient dans l'univers que de celui qu'on croit devoir tenir dans une chambre, et que la préséance de deux planètes ne sera jamais une si grande affaire que celle de deux ambassadeurs. Cependant la même inclination qui fait qu'on veut avoir la place la plus honorable dans une cérémonie fait qu'un philosophe, dans un système, se met au centre du monde s'il peut. Il est bien aise que tout soit fait pour lui; il suppose, peut-être sans s'en apercevoir, ce principe qui le flatte, et son cœur ne laisse pas de s'intéresser à une affaire de pure spéculation.

— Franchement, répliqua-t-elle, c'est là une calomnie que vous avez inventée contre le genre humain. On n'aurait donc jamais dû recevoir le système de Copernic, puisqu'il est si humiliant?

— Aussi, repris-je, Copernic lui-même se défiait-il fort du succès de son opinion. Il fut très longtemps à ne la vouloir pas publier. Enfin, il s'y résolut, à la prière de gens très considérables; mais aussi, le jour qu'on lui apporta le premier exemplaire imprimé de son livre, savez-vous ce qu'il fit? Il mourut. Il ne voulut point essuyer toutes les contradictions qu'il prévoyait, et se tira habilement d'affaire.

— Ecoutez, dit la marquise, il faut rendre justice à tout le monde. Il est sûr qu'on a de la peine à s'imaginer qu'on tourne autour du Soleil; car enfin on ne change point de place, et on se retrouve toujours le matin où l'on s'était couché le soir. Je vois, ce me semble, à votre air, que, comme la Terre tout entière marche...

— Assurément, interrompis-je, c'est la même chose que si vous vous endormiez dans un bateau qui allât sur la rivière; vous vous trouveriez à votre réveil dans la même place et dans la même situation à l'égard de toutes les parties du bateau.

— Oui; mais, répliqua-t-elle, voici une différence : je trouverais à mon réveil le rivage changé, et cela me ferait bien voir que mon bateau aurait changé de place. Mais il n'en va pas de même de la Terre; j'y retrouve toutes choses comme je les avais laissées.

— Non pas, madame, répondis-je, non pas; le rivage est changé aussi. Vous savez qu'au delà de tous les cercles des planètes sont les étoiles fixes : voilà notre rivage. Je suis sur la Terre, et la Terre décrit un grand cercle autour du Soleil. Je regarde au centre de ce cercle: j'y vois le Soleil. S'il n'effaçait point les étoiles, en poussant ma vue en ligne droite au delà du Soleil, je le verrais nécessairement répondre à quelques étoiles fixes; mais je vois aisément pendant la nuit à quelles étoiles il a répondu le jour, et c'est exactement la même chose. Si la Terre ne changeait point de place sur le cercle où elle est, je verrais toujours le Soleil répondre aux mêmes étoiles fixes; mais, dès que la Terre change de place, il faut que je la voie répondre à d'autres étoiles. C'est là le rivage qui change tous les jours; et comme la Terre fait son cercle en un an autour du Soleil, je vois le Soleil en l'espace d'une année répondre successivement à diverses étoiles fixes qui composent un

cercle : ce cercle s'appelle le zodiaque. Voulez-vous que je vous fasse ici une figure sur le sable?

— Non, répondit-elle, je m'en passerai bien, et puis cela donnerait à mon parc un air savant que je ne veux pas qu'il ait. N'ai-je pas ouï dire qu'un philosophe, qui fut jeté par un naufrage dans une île qu'il ne connaissait point, s'écria à ceux qui le suivaient, en voyant certaines figures, des lignes et des cercles tracés sur le bord de la mer : « Courage, compagnons, l'île est habitée; voici des pas d'hommes. » Vous jugez bien qu'il ne m'appartient pas de faire de ces pas-là, et qu'il ne faut pas qu'on en voie ici.

— Avez-vous remarqué, lui répondis-je, qu'une boule qui roulerait sur cette allée aurait deux mouvements? Elle irait vers le bout de l'allée, et en même temps elle tournerait plusieurs fois sur elle-même, en sorte que la partie de cette boule qui est en haut descendrait en bas, et que celle d'en bas monterait en haut. La Terre fait la même chose. Dans le temps qu'elle avance sur le cercle qu'elle décrit en un an autour du Soleil, elle tourne sur elle-même en vingt-quatre heures. Ainsi, en vingt-quatre heures chaque partie de la Terre perd le Soleil et le recouvre; et à mesure qu'en tournant on va vers le côté où est le Soleil, il semble qu'il s'élève; et quand on commence à s'en éloigner, en continuant le tour il semble qu'il s'abaisse.

— Cela est assez plaisant, dit-elle; la Terre prend tout sur soi, et le Soleil ne fait rien : et quand la Lune et les autres planètes et les étoiles fixes paraissent faire un tour sur notre tête en vingt-quatre heures, c'est donc aussi une imagination?

— Imagination pure, repris-je, qui vient de la même cause. Les planètes font seulement leurs cercles autour du Soleil en des temps inégaux, selon leurs distances inégales; et celle que nous voyons aujourd'hui répondre à un certain point du zodiaque ou de ce cercle d'étoiles fixes, nous la voyons demain à la même heure répondre à un autre point, tant parce qu'elle a avancé sur son cercle, que parce que nous avons avancé sur le nôtre. Nous marchons, et les autres planètes marchent aussi, mais plus ou moins vite que nous. Cela nous met dans différents points de vue à leur égard, et nous fait paraître dans leur cours des bizarreries dont il n'est pas nécessaire que je vous parle. Il suffit que vous sachiez que ce qu'il y a d'irrégulier dans les planètes ne vient que de la diverse manière dont notre mouvement nous les fait rencontrer, et qu'au fond elles sont toutes très réglées.

— Je consens qu'elles le soient, dit la marquise; mais je voudrais bien que leur régularité coûtât moins à la Terre; on ne l'a guère ménagée; et, pour une grosse masse aussi pesante qu'elle est, on lui demande bien de l'agilité.

— Mais, lui répondis-je, aimeriez-vous mieux que le Soleil et tous les autres astres, qui sont de très grands corps, fissent en vingt-quatre heures autour de la Terre un tour immense? que les étoiles fixes qui seraient dans le plus grand cercle parcourussent en un jour plus de vingt-sept mille six cent soixante fois deux cent millions de lieues? Car il faut que tout cela arrive si la Terre ne tourne pas sur elle-même en vingt-quatre heures. En vérité, il est bien plus raisonnable qu'elle fasse ce tour, qui n'est tout au plus que de neuf mille lieues. Vous voyez bien que neuf mille lieues, en comparaison de l'horrible nombre que je viens de vous dire, ne sont qu'une bagatelle.

— Oh! répliqua la marquise, le Soleil et les astres sont tout de feu, et le mouvement ne leur coûte rien; mais la Terre ne paraît guère portative.

— Et croiriez-vous, repris-je, si vous n'en aviez l'expérience, que ce fût quelque chose de bien portatif qu'un gros navire monté de cent cinquante pièces de canon, chargé de plus de trois mille hommes et d'une très grande quantité de marchandises? Cependant il ne faut qu'un petit souffle de vent pour le faire aller sur l'eau, parce que l'eau est liquide, et que, se laissant diviser avec facilité, elle résiste peu au mouvement

du navire; ou, s'il est au milieu d'une rivière, il suivra sans peine le fil de l'eau, parce qu'il n'y a rien qui le retienne. Ainsi, la Terre, toute massive qu'elle est, est aisément portée au milieu de la matière céleste, qui est infiniment plus fluide que l'eau, et qui remplit tout ce grand espace où nagent les planètes. Et où faudrait-il que la Terre fût cramponnée pour résister au mouvement de cette matière céleste et ne s'y pas laisser emporter? C'est comme si une petite boule de bois pouvait ne pas suivre le courant d'une rivière.

— Mais, répliqua-t-elle encore, comment la Terre se soutient-elle sur votre matière céleste, qui doit être bien légère, puisqu'elle est si fluide?

— Ce n'est pas à dire, répondis-je, que ce qui est fluide en soit plus léger. Quelquefois, par exemple, je me figure que je suis suspendu en l'air, et que j'y demeure sans mouvement, pendant que la Terre tourne sans moi en vingt-quatre heures. Je vois passer sous mes yeux tous ces visages différents, les uns blancs, les autres noirs, les autres basanés, les autres olivâtres. D'abord ce sont des chapeaux et puis des turbans, et puis des têtes chevelues, et puis des têtes rasées; tantôt des villes à tours de porcelaine, tantôt de grands pays qui n'ont que des cabanes; ici de vastes mers, là des déserts épouvantables; enfin, toute cette variété infinie qui est sur la surface de la Terre.

— En vérité, dit-elle, tout cela mériterait bien que l'on donnât vingt-quatre heures de son temps à le voir. Ainsi donc, dans le même lieu où nous sommes à présent, je ne dis pas dans ce parc, mais dans ce même lieu, à le prendre dans l'air, il y passe continuellement d'autres peuples, qui prennent notre place, et au bout de vingt-quatre heures nous y revenons.

— Copernic, lui répondis-je, ne le comprendrait pas mieux. D'abord, il passera par ici des Anglais, qui raisonneront peut-être de quelque dessein de politique avec moins de gaieté que nous ne raisonnons de notre philosophie; ensuite viendra une grande mer, et il pourra se trouver en ce lieu-là quelque vaisseau qui n'y sera pas si à son aise que nous. Après cela paraîtront des Iroquois, en mangeant tout vif quelque prisonnier de guerre, qui fera semblant de ne s'en pas soucier; des femmes de de la terre de Jesso, qui n'emploieront tout leur temps qu'à préparer le repas de leurs maris, et à se peindre de bleu les lèvres et les sourcils pour plaire aux plus vilains hommes du monde; des Tartares, qui iront fort dévotement en pèlerinage vers ce grand-prêtre, qui ne sort jamais d'un lieu obscur où il n'est éclairé que par des lampes, à la lumière desquelles on l'adore; enfin, nous, qui débiterons peut-être encore des rêveries.

— Il est assez plaisant, dit la marquise, d'imaginer ce que vous venez de me dire; mais si je voyais tout cela d'en haut, je voudrais avoir la liberté de hâter ou d'arrêter le mouvement de la Terre selon que les objets me plairaient plus ou moins; et je vous assure que je ferais passer bien vite ceux qui s'embarrassent de politique, ou qui mangent leurs ennemis; mais il y en a d'autres pour qui j'aurais de la curiosité. Mais si la Terre tourne, nous changeons d'air à chaque moment, et nous respirons toujours celui d'un autre pays.

— Nullement, madame, répondis-je; l'air qui environne la Terre ne s'étend que jusqu'à une certaine hauteur, peut-être jusqu'à vingt lieues tout au plus; il nous suit et tourne avec nous. Vous avez vu quelquefois l'ouvrage d'un ver à soie, ou ces coques que ces petits animaux travaillent avec tant d'art pour s'y emprisonner: elles sont d'une soie fort serrée; mais elles sont couvertes d'un certain duvet fort léger et fort lâche. C'est ainsi que la Terre, qui est assez solide, est couverte, depuis sa surface jusqu'à une certaine hauteur, d'une espèce de duvet, qui est l'air, et toute la coque du ver à soie tourne en même temps. Au delà de l'air est la matière céleste, incomparablement plus pure, plus subtile, et plus agitée qu'il n'est.

M. ÉMILE PICARD — NOTICE BIOGRAPHIQUE

M. Émile Picard est né à Paris le 24 juillet 1856. Il fit ses études classiques au lycée de Vanves et au lycée Henri-IV. Il prit un goût très vif aux études littéraires et c'est en version grecque et en vers latins qu'il réussissait le mieux.

Poussé vers l'École Polytechnique par un de ses oncles, inspecteur général des Ponts et Chaussées, il était attiré vers l'École Normale par son goût pour les études théoriques. Sur le conseil de Bertin, directeur des études scientifiques à l'École Normale, il fit une visite à Pasteur, dont le laboratoire était situé dans cet établissement. Pasteur présenta en de si nobles termes au jeune homme de dix-huit ans qui le consultait, la culture de la Science pure, qu'il produisit sur lui une profonde émotion et qu'il le décida sur-le-champ à choisir l'École Normale.

A cette époque, les élèves de la section des sciences mathématiques de l'École Normale suivaient avec admiration le cours de mécanique rationnelle professé par M. Gaston Darboux. D'une des plus belles leçons de M. Darboux sur la géométrie analytique, M. E. Picard tira son premier mémoire présenté par Bouquet à l'Académie des Sciences le 29 janvier 1877. Il prit la même question pour sujet de sa thèse de docteur ès sciences mathématiques qu'il soutint brillamment en Sorbonne le 16 juin 1877.

Admis premier au concours d'agrégation des sciences mathématiques, le 8 septembre 1877, M. E. Picard se trouvait, à l'âge de vingt et un ans, en possession de deux diplômes qui, obtenus dans de si belles conditions, lui permettaient d'aspirer aux plus hautes situations universitaires.

Après avoir, durant quelques mois, occupé les fonctions de répétiteur à l'Ecole Normale supérieure et celles de maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, M. E. Picard fut, le 24 novembre 1878, chargé du cours de calcul différentiel et de calcul intégral à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Rappelé à Paris le 20 octobre 1881, M. Picard suppléa Bouquet dans sa chaire de mécanique physique et expérimentale à la Sorbonne. Il se félicita lui-même de cette suppléance de quatre ans qui le força à se pénétrer de la cinématique et de la théorie des mécanismes qui, avouait-il lui-même, n'avaient été étudiées par lui que superficiellement pendant son séjour à l'Ecole Normale:

« J'aime, dit M Picard, les questions qui me permettent de sortir de ma spécialité d'algébriste; c'est pourquoi j'ai été content d'être chargé de 1883 à 1885 des conférences de mécanique et d'astronomie à l'Ecole Normale, et surtout d'être nommé plus tard, le 1er janvier 1894, professeur de mécanique à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. »

L'enseignement qu'il donnait aux jeunes ingénieurs le forçait à envisager des questions variées d'application et produisait une agréable diversion à ses études habituelles.

Bouquet, titulaire de la chaire de calcul différentiel et de calcul intégral, étant mort en septembre 1885, M. E. Picard fut jugé digne d'occuper cette chaire, mais, comme il n'avait pas trente ans, âge réglementaire permettant d'être nommé professeur de Faculté, il professa d'abord à titre de chargé de cours et fut titularisé en août 1886.

Dès 1893, M. Picard abandonna la partie classique de son enseignement à un maître de conférences et professa un cours d'algèbre supérieure consacré aux questions les plus élevées de l'analyse.

Entré en 1889 à la section de géométrie de l'Académie des Sciences, M. E. Picard avait reçu de cette Compagnie, en 1888, le grand prix des sciences mathématiques pour un mémoire, resté célèbre, au sujet duquel le regretté Henri Poincarré avait rédigé un rapport extrêmement élogieux. Depuis sa nomination, en 1897, à la chaire d'analyse et d'algèbre supérieure à la Faculté des Sciences de Paris, M. E. Picard, n'étant lié par aucun programme, expose à ses auditeurs les plus récentes recherches faites par lui-même et par les algébristes contemporains.

M. E. Picard ne s'est pas borné à la publication de nombreux mémoires relatifs à ses études personnelles; il a étudié l'histoire philosophique des conquêtes de l'esprit humain, dans un rapport magistral intitulé *Sciences* inséré dans l'*Introduction générale au rapport du jury international de l'Exposition Universelle de 1900 à Paris.*

Les idées émises par M. E. Picard, dans ce rapport et dans ses conférences aux Etats-Unis (1899 et 1904), forment la majeure partie de l'ouvrage *La Science moderne et son état actuel* qu'il publia en 1905. Citons aussi les remarquables conférences qu'il fit à Rome en 1908 sur *La Mathématique dans ses rapports avec la Physique.*

M. Picard a été souvent chargé de représenter l'Académie des Sciences françaises à l'étranger, notamment en 1902, à Christiania lors de la célébration du centenaire de la naissance du grand mathématicien Abel.

Doué d'une prodigieuse mémoire et n'aimant pas la spécialisation absolue, il aime à varier la nature de ses travaux. L'histoire, la philosophie, l'art, l'archéologie l'intéressent au plus haut degré et les heures qu'il accorde à leur culture servent d'intermèdes à ses hautes spéculations mathématiques. A son goût pour l'histoire est lié son amour des voyages. Ayant parcouru l'Europe, l'Asie, l'Egypte, il est allé deux fois en Amérique pour faire des conférences de philosophie scientifique. Il est parmi ceux qui ont atteint le sommet du Mont Blanc et qui ont passé quelques jours à l'observatoire Vallot.

La rigueur des raisonnements mathématiques se retrouve dans toutes les circonstances de la vie de M. E. Picard ; elle est tempérée par l'exquise affabilité avec laquelle il sait accueillir les nombreux étrangers qui désirent lui être présentés ou les élèves que ses précieux conseils guident dans l'orientation de leurs recherches.

LA SCIENCE ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Par M. Émile PICARD

De très bonne heure, l'humanité dut compter des esprits plus attentifs que leurs congénères à l'observation des phénomènes courants : ce furent les premiers savants. Ils ont allumé les premiers feux et enseigné à fabriquer les instruments des âges préhistoriques. Un certain sentiment de curiosité désintéressée se mêlait-il aux buts pratiques qu'ils voulaient atteindre ? On pourrait discuter là-dessus, comme le font certains archéologues sur l'art des populations des cavernes, où on trouve des artistes capables de dessiner et de peindre d'un trait si sûr les mouvements des animaux familiers. S'il est vrai que, dans ces temps reculés, l'art a toujours été surajouté à l'utile, il en a sans doute été de même de l'effort qui avait seulement pour but de satisfaire un vague sentiment de curiosité. Mais ce que nous pouvons présumer de la science préhistorique se réduira toujours à peu de chose, et c'est avec les anciennes civilisations de la Chaldée et de l'Égypte que commence l'histoire de la science. La géométrie semble y avoir eu un caractère expérimental. On enseignait à Babylone que le côté de l'hexagone régulier est égal au rayon; c'était là sans doute un fait d'observation. Il a été l'origine de l'importance qu'a prise le nombre soixante correspondant à la sixième partie de la circonférence partagée en trois cent soixante degrés, ce dernier nombre répondant à la durée de l'année évaluée grossièrement à trois cent soixante jours.

M. EMILE PICARD
Membre de l'Académie des Sciences
Professeur à la Sorbonne

La géométrie cultivée sur les bords du Nil n'était peut-être pas moins expérimentale. Les arpenteurs de Thèbes savaient qu'un triangle dont les côtés sont proportionnels à trois, quatre et cinq est rectangle, et c'est en utilisant cette propriété qu'ils élevaient des perpendiculaires. Ainsi la géométrie égyptienne apparaît aux historiens de la science comme un ensemble de règles pratiques, dont l'origine est d'ailleurs parfois difficile à deviner, comme il arrive pour le carré de seize neuvièmes qui représentait, d'après un papyrus de la dix-huitième dynastie, le rapport de la circonférence au diamètre. Ne méprisons pas toutefois cette mathématique que l'on a appelée préscientifique, sous prétexte qu'elle n'avait qu'un but utilitaire. D'abord, il ne me paraît guère possible qu'elle n'ait eu ses parties théoriques, quoiqu'on ne puisse fournir à ce sujet aucun témoignage précis, et ensuite les faits mathématiques et astronomiques, dont la connaissance est due aux Égyptiens et aux Chaldéens, ont été le point de départ indispensable pour les spéculations ultérieures.

On fait généralement honneur aux Grecs d'avoir créé la science rationnelle et désintéressée : c'est le miracle grec dont aimait à parler Ernest Renan.

Nous croyons moins aujourd'hui à ces discontinuités. Qu'il s'agisse d'art ou de science, l'étude des temps plus récents nous a habitués à l'idée d'une lente évolution, et il en a été sans doute en Grèce pour la science comme pour l'art. Quand les physiciens d'Ionie spéculaient sur les principes des choses, ils continuaient le travail de simplification et de réduction dont les religions orientales et surtout la religion égyptienne nous donnent des exemples. Car il ne faut pas oublier qu'il y avait dans ces vieilles cosmogonies des forces auxquelles les dieux mêmes étaient soumis, et nous pouvons nous représenter Thalès de Milet et surtout Anaximandre et Anaximène comme achevant une laïcisation commencée bien des siècles auparavant.

Elles n'en marquent pas moins une date dans l'histoire de l'esprit humain, ces spéculations à la fois ambitieuses et naïves, où tout est ramené à une substance unique, et où le mouvement apparaît comme un facteur essentiel; la science grecque, à ses débuts, eut toutes les audaces. Avec un peu d'effort, on a pu retrouver chez les premiers penseurs de la Grèce des pressentiments de quelques principes généraux de la science moderne, mais il convient de ne pas exagérer de tels rapprochements qui sont superficiels. Le point capital à noter est que la science rationnelle, dès ses premiers pas, cherche une explication de tous les phénomènes naturels en partant d'un petit nombre de principes. Si prématurée que fût une telle tentative, un but apparaissait dont la vision devait exercer, indirectement au moins, une grande influence sur le développement de la science positive.

Le merveilleux effort pris chez les Grecs par les sciences mathématiques eut une importance plus grande encore. Au nom de Pythagore se rattache l'explication de toutes choses par les nombres, et une formule célèbre de l'école pythagoricienne, qui était toute une métaphysique, était que « les choses sont nombres ». Avec Pythagore et ses successeurs, la géométrie se constitue définitivement comme une science rationnelle, partant d'un certain nombre de concepts, de définitions et d'axiomes, et se développant d'une manière purement logique. Ses progrès incessants pendant plusieurs siècles en firent le type idéal de la science, où tout est d'une intelligibilité parfaite, ce qui fait écrire à Platon, sur la porte de son école : « Que personne n'entre ici, s'il n'est géomètre. »

Dans la philosophie et la science hellènes, simplicité, intelligibilité et vérité se montrent indissolublement liées. Il faut y joindre la beauté, le plus bel arrangement des choses étant aussi, d'après les Pythagoriciens, le plus vrai. La physique et la cosmologie des Grecs furent œuvre non seulement de savants, mais aussi d'artistes et de poètes. Leur science, à bien des égards, est donc très loin de la nôtre; nous aurons toutefois l'occasion de rencontrer plus d'un point de contact avec l'esprit grec dans le maniement de nos théories et de nos hypothèses.

Si les Grecs ont peu expérimenté, il y eut parmi eux d'excellents observateurs, comme en témoignent assez l'œuvre immense d'Aristote en zoologie et antérieurement les fines observations d'Hippocrate. Mais il n'en reste pas moins vrai que les mathématiques ont été pour le génie hellène la science par excellence; c'est dans ce domaine que la Grèce fit surtout œuvre scientifique durable. Depuis le temps de Pythagore, ses écoles géométriques sont restées célèbres, ne se bornant pas à l'étude des propriétés des figures, mais cultivant aussi une algèbre géométrique dans laquelle on raisonnait non sur les nombres, mais sur les grandeurs. En même temps se développait une arithmétique géométrique, et une des phases les plus intéressantes de son développement fut le conflit qui, chez les Pythagoriciens, s'éleva à ce sujet entre le nombre et la grandeur, à propos des incommensurables. Plus tard, les procédés d'exhaustion que l'on trouve dans Eudoxe et dans Euclide appartiennent déjà au

calcul intégral, et le plus grand géomètre de l'antiquité, Archimède, doit compter parmi les fondateurs du calcul infinitésimal. La science positive paraît, vers cette époque, se désintéresser peu à peu des théories philosophiques. Rien ne nous fait connaître, sur ce sujet, les opinions d'Archimède, mais ses profondes études sur la mécanique nous le montrent préoccupé des applications pratiques qu'avait longtemps dédaignées un amour ardent pour les spéculations métaphysiques. Avec Eratosthène et Hipparque, les applications de la géométrie à l'astronomie prirent le plus brillant essor; déjà auparavant, dès le milieu du IIIe siècle avant notre ère, Aristarque de Samos avait édifié sur le système du monde l'hypothèse abandonnée après lui de la rotation de la terre autour du soleil, que Copernic devait reprendre seulement dix-huit siècles plus tard.

Cette excursion à travers l'antiquité depuis les plus anciens âges, a mis en évidence les tendances pratiques et théoriques qui de bonne heure se sont développées relativement à l'objet même de la science.

Aujourd'hui encore, ces divers points de vue théoriques et pratiques concourent à former l'opinion que l'homme, une fois acquis un certain degré de culture, se fait de la science. Comme le dit Montaigne, « c'est un grand ornement que la science », et il ajoute aussitôt, « c'est un outil de merveilleux service », c'est-à-dire que le beau et l'utile s'y rejoignent et sont inséparables. Il y faut joindre encore notre naturelle curiosité et le désir de connaître le vrai. Mais ces divers éléments peuvent se juxtaposer à des degrés variables, et il s'en faut que les mêmes mots soient entendus par tous de la même façon. Ainsi, nous l'avons déjà dit, les idées du beau et du simple ont pu partiellement au moins recouvrir l'idée du vrai pour quelques penseurs de la Grèce. Nous devons donc nous attendre à rencontrer chez les savants et chez les esprits philosophiques des opinions très diverses sur l'objet de la science et sur sa valeur : de plus, dans les différentes sciences particulières, la variété des problèmes et des méthodes concourt encore à accroître cette diversité. Sans nous astreindre à des classifications, toujours insuffisantes dans leur rigidité, nous allons jeter un coup d'œil sur les principales tendances qui se manifestent à notre époque quant au but et à la valeur de la science.

On doit tout d'abord reconnaître que l'importance prise par la science dans nos sociétés modernes provient avant tout des services incomparables qu'elle rend à l'humanité. Le plus grand nombre considère, suivant le mot de Bacon, que la science et la puissance humaines se correspondent et vont au même but. Il admire surtout dans la science le merveilleux spectacle des applications si variées qui ont tant modifié les conditions d'existence des peuples civilisés : c'est un genre de valeur aisément appréciable. Il y a même un danger dans ces constatations trop faciles, car on n'a qu'une vue très incomplète, si on ne se rend compte des rapports qui existent entre ces brillantes manifestations de l'activité humaine et la science théorique et désintéressée. Les idées théoriques ont été souvent le germe fécond d'où sont sortis d'importants progrès dans l'industrie, dans l'agriculture, dans la médecine. Les rêveurs scientifiques, qui semblent perdus dans leurs spéculations, sont à leur manière des hommes pratiques : l'application vient quelquefois par surcroît. La source tarirait promptement si un esprit exclusivement utilitaire venait à dominer dans nos sociétés trop préoccupées de jouissances immédiates. L'histoire des sciences montre combien cette dépendance a toujours été intime entre la science pure et les applications. Ces influences réciproques ont agi dans l'un et l'autre sens, la pratique conduisant ici à la spéculation, tandis que des vues théoriques ont été ailleurs l'origine de recherches pratiques. Il suffit de rappeler quelques exemples. Dans son immortel ouvrage sur la puissance mo-

trice du feu, Sadi Carnot, en se proposant d'expliquer et d'étendre les services que peuvent rendre les machines à feu, a créé la thermodynamique, d'où est née l'énergétique moderne. De même les recherches de Sainte-Claire Deville sur le platine ont été l'origine de ses recherches sur la dissociation, d'où devait sortir la mécanique chimique. D'autre part, Newton en écrivant le livre des *Principes de la philosophie naturelle,* ne pensait guère aux navigateurs qui devaient plus tard utiliser quelque *Connaissance des Temps* construite d'après les lois de la gravitation universelle. De même, Ampère et Faraday en étudiant les actions des courants sur les courants et les phénomènes d'induction préparaient à leur insu la voie à la construction des puissantes machines électro-magnétiques dont l'emploi a révolutionné tant d'industries.

Quelle que puisse être dans chaque cas l'origine des progrès matériels réalisés par la science, celle-ci apparaît de plus en plus comme une puissance formidable qui ne recule jamais et dont les conquêtes sont définitives. Il semble que tout lui soit possible, et on doit reconnaître que les progrès accomplis depuis un siècle autorisent des espérances pour ainsi dire illimitées. Toutefois, ce tableau magnifique ne va pas sans quelques ombres; on a pu faire le procès de quelques utilités créées par la science, en lui reprochant d'augmenter nos désirs au détriment de notre bonheur et de notre tranquillité. Sur un terrain aussi subjectif, toute discussion est impossible. Quelque part de vérité que renferment ces vues pessimistes, personne ne nie le soulagement que de bien des côtés les progrès des sciences ont apporté à l'humaine misère, et qu'ils apporteront certainement dans l'avenir en apprenant à mieux utiliser les énergies naturelles et à en découvrir de nouvelles. On peut espérer qu'ils contribueront pour une large part à la solution des problèmes sociaux qui sont une des grandes préoccupations de notre temps. De ce point de vue optimiste, la science apparaît bonne en même temps qu'utile : c'est une pensée fortifiante pour ceux qui lui consacrent leur vie.

Nous venons d'envisager la science, en quelque sorte du dehors, en considérant ses applications. C'est là, ai-je dit, le point de vue du plus grand nombre, et, à la découverte d'un phénomène ou d'un corps nouveau, il nous est arrivé à tous d'entendre demander à quoi cela pouvait servir. Cependant, il faut reconnaître que la diffusion des méthodes scientifiques modifie peu à peu la mentalité de ceux qui se piquent le moins de curiosité philosophique. L'idée profonde de loi naturelle s'implante peu à peu dans les esprits de ceux qui n'y voient d'abord qu'une possibilité d'accroître notre puissance sur les choses et, comme on l'a dit, de commander à la nature en obéissant à ses lois. D'ailleurs, le nombre augmente de ceux pour lesquels tout point de vue utilitaire est dépassé, et que quelque partie au moins de la science intéresse en elle-même. L'astronomie est à cet égard une des sciences les plus captivantes. L'attrait est grand de contempler quelques instants l'Univers du point de vue de Sirius, ou de se transporter plus loin encore dans ces mondes stellaires en formation qu'on appelle des nébuleuses irrésolubles, et on est presque assuré de retenir l'attention des moins curieux en parlant devant un ciel étoilé des distances immenses qui nous séparent des étoiles les plus voisines.

(La Science moderne et son état actuel, Ernest Flammarion, éditeur.)

Émile PICARD.

CE QUI PRÉOCCUPAIT LE MONDE SAVANT IL Y A JUSTE UN SIÈCLE EN MARS 1814

La lutte contre les poussières et les vapeurs corrosives

A juste titre, on considère comme insalubres les industries où les ouvriers se trouvent exposés à respirer des poussières ou des vapeurs plus ou moins irritantes.

Il y a un siècle, les hygiénistes étaient déjà de cet avis et se préoccupaient de remédier au danger reconnu.

C'est ainsi que MM. Chaussier Thillay fils et Mérat pouvaient soumettre à la Société de médecine de Paris un rapport sur un appareil propre à arrêter les poussières ou vapeurs métalliques que respirent des ouvriers qui travaillent sur les métaux.

L'invention était particulièrement simple. Imaginez une caisse percée d'un trou à sa partie inférieure et d'un autre trou à sa face supérieure. A ce dernier, l'on adapte un tube de verre qui servira à aspirer l'air par la bouche. A l'intérieur de la caisse qui est suspendue sur la poitrine au moyen de bretelles, on introduit du coton. Et c'est tout.

Pour faire usage de cet appareil, l'ouvrier doit se boucher les narines avec des tampons de coton.

Ce système fort simple suffit à arrêter les vapeurs mercurielles et aussi les vapeurs acides, sous la condition que des réactifs convenables aient, au préalable, été déposés dans le coton enfermé dans la boîte.

L'appareil, constatent les rapporteurs, est efficace et peut servir avec avantage dans les travaux de courte durée.

La question des eaux de Seine

A Paris, aujourd'hui, tout le monde est d'accord pour ne plus vouloir boire de l'eau de Seine, au moins tant qu'elle n'a pas subi une sérieuse épuration.

Voici déjà longtemps que les Parisiens ont de ces susceptibilités justifiées.

Il y a un siècle, exactement, on éprouvait déjà le besoin de purifier les eaux du fleuve et la *Gazette de santé*, qui faisait autorité en ce temps pour les choses de l'hygiène, recommandait fort pour cet usage la filtration sur le charbon de bois.

« Les personnes qui craignent que la pureté des eaux de la Seine soit altérée, doivent se trouver heureuses d'avoir l'établissement des eaux épurées et clarifiées, quai des Célestins, qui leur en fournit dans tous les quartiers de Paris, au même prix que coûte l'eau sale et bourbeuse que l'on puise dans la rivière. »

Cependant, tout le monde n'était point de cet avis, et, si les membres de l'Institut, si les professeurs du Muséum, si les membres de la Société de Médecine appuyaient la campagne de la *Gazette de Santé* en faveur de la filtration des eaux d'alimentation sur les filtres au charbon de bois, et publiaient dans ce but divers rapports motivés dans les quotidiens en date du 18 mars, à la Faculté de médecine on pensait différemment, à preuve le curieux factum suivant, intitulé : *Au rédacteur*, et communiqué aux divers journaux du temps à la date du 23 mars, par MM. J. J. Leroux, doyen de la Faculté de médecine de Paris, Chaussier et Percy, professeurs à ladite Faculté :

« *Au rédacteur,*

« Monsieur, dans tous les temps les eaux de la Seine ont été considérées comme très salubres et préférables à toute autre pour la santé. Cette réputation, fondée sur une longue expérience, est confirmée par les analyses réitérées que l'on a faites. Cependant, depuis quelque temps, on a sourdement élevé des doutes sur la pureté de ces eaux. On a supposé qu'elle pouvait être altérée par des débris d'animaux, ou autres substances putrescentes qui y auraient été jetées; et comme il y a toujours beaucoup de gens prêts à croire aveuglément et à répéter sans examen ce que d'autres avancent sans preuves, ces doutes se sont peu à peu répandus dans le public, et on a même imprimé dans quelques journaux qu'un assez grand nombre de personnes regardaient en ce moment les eaux de la Seine comme insalubres. Déjà, quelques habitans, alarmés de cette idée, ont fait bouillir l'eau qu'ils destinent à leur boisson, ou bien y ont ajouté du vinaigre, de l'acide sulfurique ou des substances salines dans l'intention de dépouiller l'eau des substances nuisibles dont ils la supposent chargée. Mais ces procédés divers peuvent tout au plus contenter l'imagination; on peut dire qu'ils altèrent même les qualités essentielles de l'eau; car l'ébullition, en privant l'eau de la portion d'air qui s'y trouve disséminée, lui enlève la sapidité et en diminue beaucoup la salubrité Les acides ou autres substances qu'on y ajoute ont d'autres inconvénients. Tous ces moyens d'ailleurs sont entièrement inutiles; car, d'après l'examen que nous en avons fait tout récemment, l'eau de la Seine ne contient aucun principe étranger et conserve sa pureté, sa salubrité primitive. Il serait trop long de rapporter ici toutes les recherches et expériences que nous avons faites pour nous en assurer. Mais en admettant que l'on eût jeté dans la rivière différents corps d'animaux, la masse considérable d'eau qui s'écoule et se renouvelle continuellement, qui entraîne dans son cours diverses molécules terreuses, sablonneuses, dont la surface est sans cesse agitée, mêlée avec l'air, aurait bientôt disséminé, détruit ces substances étrangères, et par conséquent entièrement annulé leur effet. Nous devons donc rassurer le public contre ces craintes hypothétiques, illusoires, et nous ne craignons pas d'affirmer, d'après les expériences que nous avons faites, que l'eau de

la Seine n'est point altérée, qu'elle conserve toute sa pureté, toutes ses propriétés, qui depuis si longtemps l'ont fait regarder comme la plus convenable à la santé et aux différens usages domestiques. »

Pour guérir la gale

La gale, maladie aujourd'hui assez peu répandue, était, il y a un siècle, des plus fréquentes, surtout dans les milieux militaires. L'empereur lui-même, rapporte-t-on, en fut atteint. Longtemps, on ne sut la combattre efficacement.

En 1814, cependant, un progrès sérieux fut accompli, dont la trace est enregistrée sous la forme de rapports, soumis à la *Société de médecine de Paris*, sur trois procédés nouveaux de traitement proposés par Jadelot, par Helmerich et par Dupuytren et qui tous trois ont leur valeur.

Helmerich faisait connaître sa fameuse pommade soufrée, encore usitée aujourd'hui, dont voici la formule :

4 parties de graisse de porc.
1 partie de soufre sublimé.
1/2 partie de carbonate de potasse.

Pour Dupuytren, il recommandait des frictions avec une solution de sulfate de potasse chargé de soufre et surtout d'hydrogène sulfuré que l'on obtenait en dissolvant quatre onces de sulfate de potasse chargé de soufre dans une livre d'eau additionnée de une once d'acide sulfurique.

Jadelot, enfin, préconisait l'usage des bains de sulfure de potasse et l'emploi d'un liniment savonneux hydro-sulfuré.

Tous ces traitements, suffisamment répétés et convenablement employés, sont efficaces. Et c'est du reste ce que constatèrent MM. Genouville et Delaporte, chirurgiens de l'hôpital militaire de Lourc ne, auteurs des rapports dont nous parlions out à l'heure.

Une opération de Dupuytren

En 1814, les ennemis ont envahi une partie du pays. Aussi, les journaux consacrent-ils de longues colonnes à enregistrer les excès commis par les cosaques du prince de Hohenlohe.

Ils enregistrent du reste non moins compendieusement les actes de dévouement des chirurgiens et des médecins de Paris, ainsi que leurs cures les plus remarquables. Et c'est ainsi que la *Gazette de santé* rapporte le cas des plus intéressants d'un officier qui avait reçu un coup de feu au visage. « La balle, pénétrant au milieu de la joue droite, avait passé sous l'os de la pommette. Après avoir déchiré le muscle masséter et brisé le col du condyle de la mâchoire, elle était sortie derrière le cou ». Des hémorragies répétées et des plus difficiles à arrêter étant survenues, Dupuytren se décida à faire la ligature de l'artère carotide primitive, « opération effrayante pour tout autre qu'un chirurgien aussi habile et qui n'a jamais été faite dans un cas semblable ». Le malade fut sauvé, ce qui vraiment fit honneur à son courage pour avoir supporté sans anesthésie l'intervention grave pratiquée par Dupuytren et aussi à l'habileté justement célèbre de ce dernier.

Les loisirs d'un magistrat

Il fut un temps où les vieux magistrats charmaient leurs loisirs en lisant et en traduisant Horace.

En mars 1814, les juges au tribunal de la Seine, l'un d'eux au moins, M. Henri de Cassini, se consacrait à la botanique, non sans succès, du reste, à preuve certain rapport fort élogieux, adressé à la classe des sciences physiques par MM. de Jussieu et Mirbel, sur un mémoire dudit de Cassini ayant pour objet l'Analyse des étamines de la famille des synanthérées.

Chacun de nous a son violon d'Ingres.

Celui de M. de Cassini lui permit d'établir une classification nouvelle de tout un groupe de fleurs.

Le vermicelle de pomme de terre

Aimez-vous le vermicelle?

Si oui, M. C.-P. de Lasteyrie vous indique comment il est aisé d'en faire avec de la farine de pomme de terre.

La recette, qu'il livre ainsi à tous dans le *Moniteur universel* du 10 mars, « parce qu'il est du devoir de tout ami de l'humanité de prendre les précautions qui peuvent tendre à conserver les denrées nécessaires à la consommation générale » est des plus simples :

Laver les pommes de terre, les faire cuire dans l'eau, les peler et les introduire dans un tube de fer blanc percé de trous où on les comprime avec un piston de bois.

Le vermicelle sortant est étendu sur du papier à épaisseur d'un doigt. On pose le tout sur un poêle ou dans un four médiocrement chaud pour sécher. Quand le tout est sec, on enferme dans des sacs et on conserve à l'abri de l'humidité.

Cent livres de pommes de terre donnent vingt-cinq livres de vermicelle sec. Celui-ci est incomparablement meilleur si l'on ajoute un œuf entier à trois ou quatre livres de pâte.

Un article du géographe Malte-Brun

L'histoire du fameux Serpent de mer qui souleva naguère une si grosse émotion et dont l'invention fut attribuée au *Constitutionnel*, est en réalité beaucoup plus ancienne.

C'est au savant géographe Malte-Brun qu'en revient à juste titre le mérite.

Dans le *Journal de l'Empire* du 30 mars 1814, ce savant dont plusieurs générations de français étudièrent les atlas et « piochèrent » les manuels de géographie, publiait en plusieurs colonnes un article consacré aux « polypes monstrueux qui habitent le fond des mers ».

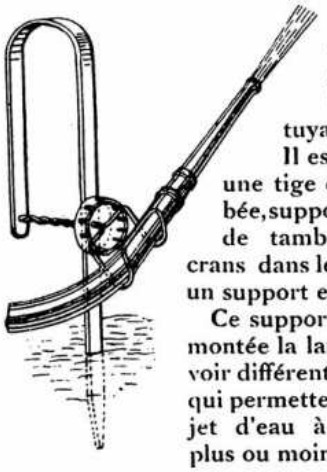
Dans ce travail aussi joyeux que singulier, Malte-Brun, qui paraît n'avoir jamais eu que de très vagues notions zoologiques, raconte, sans rire, que le fonds des mers est peuplé de polypes énormes capables, tant ils sont immenses, de causer le naufrage des plus puissants navires. Déjà sur les côtes de Bretagne, ils atteignent jusqu'à dix pieds de long; mais dans les eaux de l'Indoustan, dans celles du Mexique, leur taille s'accroît et mesure trente pieds et plus.

Que ne devait-elle être au milieu des océans?

Dr Georges Vitoux.

QUELQUES PETITES INVENTIONS PLUS OU MOINS PRATIQUES

Support pour l'arrosage du jardin



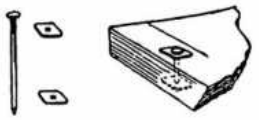
Cet appareil est destiné à soutenir la lance d'un tuyau d'arrosage. Il est constitué par une tige d'acier recourbée, supportant une sorte de tambour, muni de crans dans lesquels on fixe un support en fil de fer.

Ce support sur lequel est montée la lance peut recevoir différentes inclinaisons qui permettent d'envoyer le jet d'eau à une distance plus ou moins grande.

Brochez vous-même vos journaux

Au lieu d'éparpiller les journaux et magazines que vous lisez, réunissez-les donc de la façon suivante :

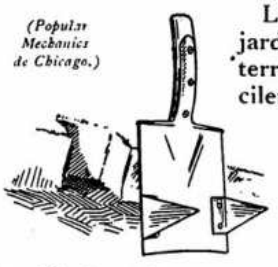
On place avec soin les journaux les uns au-dessus des autres, dans l'ordre de leur pagination ; avec une alène on perce toutes les feuilles de trois trous, régulièrement espacés, à un ou deux centimètres du dos.



Dans chacun de ces trous, on enfonce un petit rivet, dont la longueur est légèrement supérieure à l'épaisseur des publications à brocher. De petites plaques métalliques sont placées sous la tête de chaque rivet et sous la pointe que l'on aplatit à l'aide d'un marteau. Le brochage ainsi obtenu est très solide.

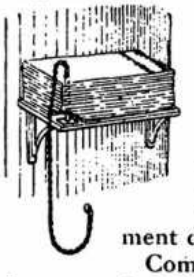
Une bêche à couteaux latéraux

(*Popular Mechanics de Chicago.*)



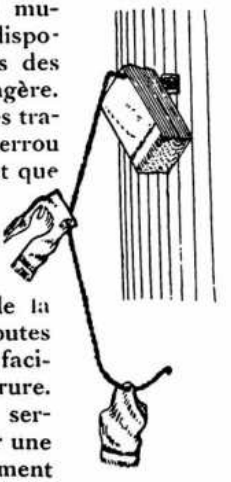
Lorsqu'on bêche un jardin, les mottes de terre glissent assez facilement sur les côtés de la pelle. Pour les en empêcher, un jardinier américain a courbé à angle droit les extrémités de deux faucilles hors d'usage et les a rivées sur les côtés d'une bêche. La présence de ces couteaux latéraux facilite beaucoup, paraît-il, le labourage.

N'égarez plus vos serviettes de toilette



Si l'on emploie un personnel nombreux, il est bon de recourir au dispositif suivant, dû à un inventeur américain et grâce auquel les serviettes du lavabo ne peuvent être déplacées sans l'assentiment du chef de la maison.

Comme l'indiquent les gravures ci-contre, des serviettes munies d'un anneau sont disposées les unes au-dessus des autres sur une petite étagère. Une tringle métallique les traverse et aboutit à un verrou qui arrête les anneaux et que l'on ne peut ouvrir qu'à l'aide d'une clé.

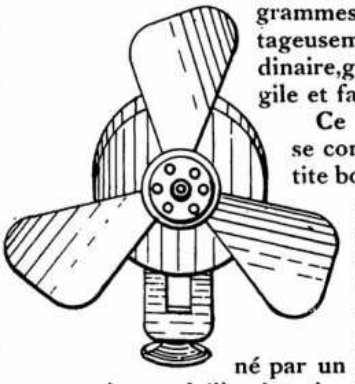


Au fur et à mesure des besoins, on glisse les serviettes le long de la chaîne ; lorsqu'elles ont toutes servi, on les remplace facilement en ouvrant la serrure.

Au lieu de fixer les serviettes et la tringle sur une tablette, on peut également les disposer contre la muraille.

Un ventilateur de poche

Ce ventilateur de poche, qui ne pèse que 48 grammes, remplace avantageusement l'éventail ordinaire, généralement fragile et fatigant à manier.

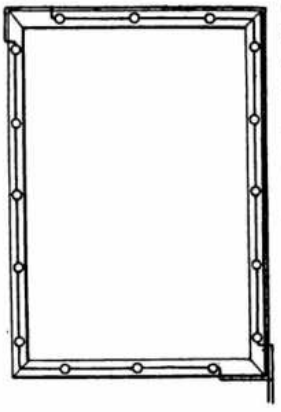


Ce nouvel appareil se compose d'une petite boîte ronde de 45 millimètres de diamètre, renfermant un système d'engrenages et de ressorts qui, actionné par un petit levier, fait mouvoir une hélice à trois pales ayant chacune 70 millimètres de longueur.

Il suffit d'une faible pression sur ce levier pour faire fonctionner l'hélice qui, par sa rotation rapide, crée un courant d'air des plus agréables.

Eclairez votre glace pour vous raser

Pour vous raser convenablement, sans crainte de vous couper, il est indispensable, à défaut de la lumière du jour, de disposer d'un éclairage puissant. Voici le moyen d'établir un excellent miroir électrique qui vous rendra de réels services.



On dispose tout le long du cadre du miroir de petites ampoules électriques.

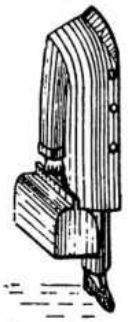
Ces lampes sont montées en série, c'est-à-dire que le fil de cuivre qui les réunit passe de la première ampoule à la seconde, de la seconde à la troisième et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

Les deux fils, celui d'arrivée et celui de retour, aboutissent à une fiche que l'on enfonce dans une prise de courant de l'appartement.

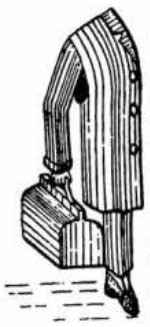
Le nombre des lampes est en raison inverse de leur voltage; pour le déterminer, il suffit de diviser le voltage du courant par celui de chaque lampe. Si on dispose d'une tension de 110 volts, on prendra 16 ampoules de 7 volts.

Vous porterez de volumineuses valises sans fatigue

On sait combien il est fatigant de porter un fardeau, tant soit peu volumineux, un bagage, par exemple, parce qu'à chaque instant il vient gêner le mouvement des jambes.



Un de nos lecteurs, M. de Brissac, nous signale un moyen aussi simple que pratique pour obvier à cet inconvénient.



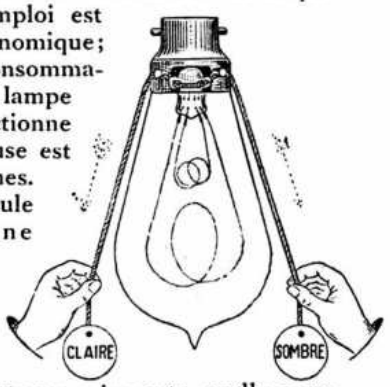
Il suffit de placer, sous le bras qui soutient le bagage, un paquet formé d'une dizaine de journaux. Ainsi, la valise est suffisamment écartée des jambes pour ne pas les embarrasser.

On éprouve ainsi un tel soulagement que le poids transporté semble être considérablement réduit.

Une ampoule électrique en veilleuse

Cette ampoule présente sur les lampes électriques ordinaires un réel avantage; il suffit de tirer légèrement sur l'un des deux cordons dont elle est munie pour lui assurer, à volonté, soit un pouvoir éclairant de 16 bougies, soit une faible lueur de 3 bougies.

On comprend tout l intérêt d'un tel dispositif, dont l emploi est réellement économique; en effet, la consommation de cette lampe lorsqu'elle fonctionne comme veilleuse est des plus minimes.



Cette ampoule n'exige aucune installation spéciale et se fixe dans une douille ordinaire aussi facilement que n importe quelle autre.

Quand le bouchon tombe dans la bouteille

Il arrive parfois qu'en voulant ouvrir un flacon, on enfonce au contraire à l'intérieur le bouchon de liège, que l'on ne parvient plus ensuite à retirer. Chaque fois alors qu'on inclinera la bouteille pour en verser le contenu, le bouchon qui surnage viendra obturer le goulot.

Il est facile d'éviter ce rôle gênant du bouchon en fixant dans le col de la bouteille, comme l'indique la figure, une boucle de fil de fer.

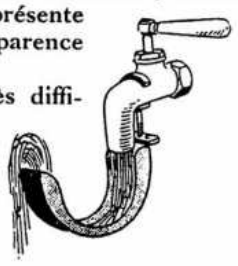
On se sert ainsi plus facilement du savon à barbe

Cet appareil est très pratique, au dire de son inventeur, pour se savonner la face avant de se raser. Il consiste en un support cylindrique sur lequel on fixe le pain de savon à barbe.

Le manche est formé par une boucle de fil de fer qui, passant dans deux trous percés dans le support, traverse le savon de part en part. Celui-ci peut ainsi être utilisé avec la plus grande facilité jusqu'à usure complète.

Pour boire au robinet aussi facilement que dans un verre

Si l'on s'est trouvé parfois, faute de verre, dans l'obligation de boire au robinet, on sait toute la difficulté que présente cette opération, en apparence si simple.



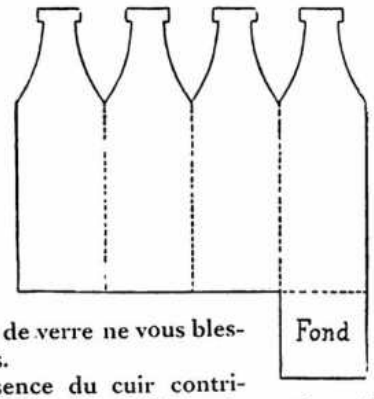
(Popular Mechanics de Chicago).

En réalité, il est très difficile d'absorber ainsi de l'eau sans en répandre sur soi au moins autant qu'on ne réussit à en avaler. Un inventeur américain a fait breveter, ces temps derniers, un appareil assez curieux qui permet de boire au robinet aussi aisément que dans un verre ou une tasse. Comme le montre notre figure, cet appareil consiste en une sorte de rigole recourbée en demi-cercle, que l'on fixe à la canalisation au moyen d'un collier et qui dévie le jet d'eau pour l'envoyer verticalement dans la bouche.

Au dire de celui qui l'a imaginé, ce système est des plus pratiques.

Si cette bouteille se casse elle ne vous blessera pas

Si vous emportez en voyage une petite bouteille de pharmacie dans votre poche, il est bon de la recouvrir d'une enveloppe de cuir ou de caoutchouc. De cette façon, si elle se casse, les morceaux de verre ne vous blesseront pas.

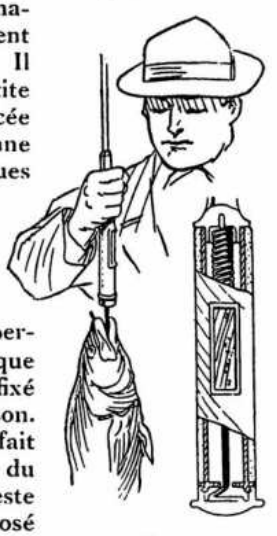


La présence du cuir contribuera d'ailleurs à protéger le flacon des chocs qui pourraient le briser.

La figure ci-dessous indique la forme qu'il convient de donner à l'enveloppe, pour recouvrir une bouteille de section carrée. On découpe suivant ce patron une feuille de cuir, dont on réunit les différents côtés et le fond au moyen de solides coutures. Au cas où la bouteille se casserait, les morceaux de verre resteront dans l'enveloppe.

Placez une balance à l'intérieur de vos cannes à pêche

Un ingénieux appareil permettant de peser instantanément les poissons que l'on vient de prendre, a été imaginé par un fervent pêcheur à la ligne. Il consiste en une petite balance à ressort placée à l'extrémité d'une canne à pêche. Sur quelques centimètres de longueur le bambou est évidé et remplacé par une plaque transparente, à travers laquelle on aperçoit l'aiguille qui indique le poids du poisson fixé au crochet du peson. Seul, ce crochet fait saillie à l'extrémité du bambou; tout le reste du système est disposé à l'intérieur et ne gêne nullement les mouvements du pêcheur.



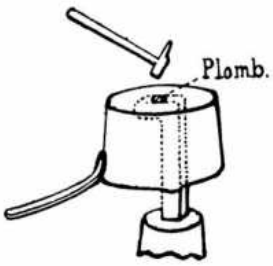
Réparez vos casseroles avec un plomb de chasse

A quelle ménagère n'est-il point arrivé de trouver son seau de zinc mis hors d'usage par un petit trou survenu accidentellement. Il faut alors recourir au ferblantier qui met une pièce soudée, le plus souvent inélégante et peu solide.

Rien de plus simple, cependant, que d'effectuer soi-même et en quelques instants, la réparation nécessaire. Voici comment.

Tout d'abord, avec la pointe d'un couteau, que l'on fait tourner successivement dans les deux sens, on arrondit l'orifice.

La partie trouée est alors appuyée sur une surface résistante (pierre ou enclume) et, au milieu du petit orifice, on dispose un grain de plomb dont la grosseur est choisie en rapport avec le diamètre du trou.



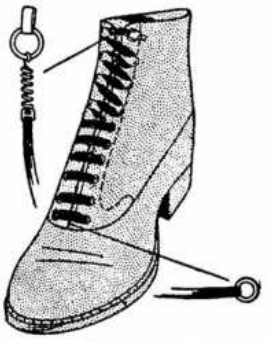
Il suffit alors, d'un bon coup de marteau, d'aplatir le grain de plomb qui se transforme ainsi en rivet, pour effectuer la réparation que l'on complète par un coup de lime et un polissage au papier de verre.

On peut ainsi boucher des trous atteignant 6 millimètres de diamètre.

Lacez ainsi vos chaussures

Voici un système original de laçage des bottines qui réunit de réels avantages. Il est plus rapide que le procédé habituel et aussi plus élégant.

Le cordon de soulier peut être lacé avec une seule main et ses extrémités n'étant pas nouées ne peuvent se desserrer.



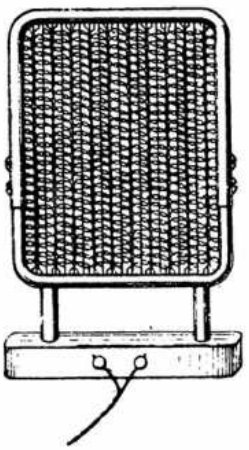
Au premier œillet de la chaussure, on fixe l'extrémité inférieure d'un lacet de longueur convenable que l'on passe successivement, en le serrant fortement dans les autres œillets et crochets.

A l'extrémité du cordon est disposé un petit ressort terminé lui-même par un crochet; lorsque le soulier est entièrement lacé, on fixe ce crochet dans un anneau *ad hoc* cousu en haut de la chaussure. *(Popular Mechanics de Chicago.)*

Chauffez-vous avec ce radiateur

Les radiateurs électriques employés jusqu'à ce jour entraînaient une telle consommation d'énergie que leur emploi, vraiment trop coûteux, était peu répandu.

Celui que représente la figure ci-contre ne dépense que 20 centimes par heure. Cela représente un sérieux progrès par rapport aux systèmes antérieurs.

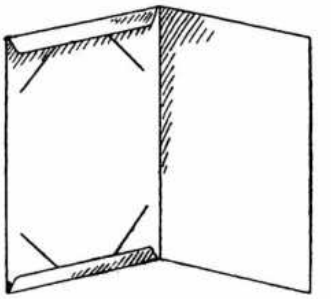


L'appareil est constitué par deux plaques de verre ondulé, réunies l'une contre l'autre, de telle façon que les ondulations forment toute une série de tubes étanches, dans chacun desquels est disposé un filament métallique. Ces plateaux de verre sont entourés par un cadre nickelé monté sur un support en marbre. Une fiche, branchée sur une prise de courant de l'appartement, assure au radiateur l'énergie nécessaire.

Les filaments métalliques ne rougissant pas, cet appareil nous semble tout indiqué pour chauffer, entre autres, un laboratoire photographique.

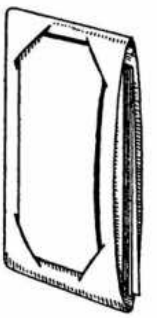
Faites vous-même ce portefeuille

Voici le moyen de faire soi-même un petit mémorandum, qui, par ses dimensions et sa forme, est excessivement pratique.



Il consiste en une feuille de papier de Manille coupé, plié et collé comme l'indiquent les figures ci-contre.

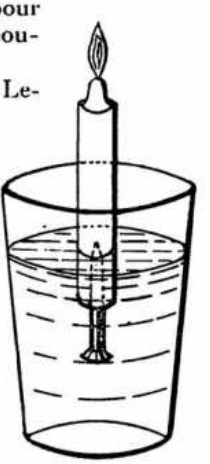
Dans la pochette, on peut placer facilement une vingtaine de fiches, que l'on dispose, au fur et à mesure des besoins, sur la face du portefeuille, en engageant les quatre coins dans les fentes pratiquées à cet effet.



L'emploi de ce mémorandum qui peut remplacer économiquement les carnets à feuilles mobiles, permettra de disposer en bon ordre les innombrables papiers qui encombrent généralement les poches de tout « *business-man* ».

Un bougeoir avec un verre d'eau

A la campagne, où l'on ne dispose pas toujours du gaz ou de l'électricité, il faut recourir bien souvent, pour s'éclairer, aux antiques bougies.



Un de nos lecteurs, M. Lemoine, nous rappelle combien il est facile, lorsqu'on manque de bougeoirs, d'établir avec un verre d'eau et une simple clou, un porte-bougie de fortune.

On enfonce un clou dans la partie inférieure d'une bougie, que l'on plonge dans l'eau d'un verre rempli aux trois quarts. La bougie, équilibrée par le poids du clou, s'élève par rapport au niveau du liquide, au fur et à mesure qu'elle se consume.

Ce bougeoir rustique, en plus de sa simplicité, a le grand avantage d'éviter toute éclaboussure de suif fondu.

Le Gérant : LUCIEN JOSSE. G. DE MALHERBE & Cie Imp.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris par tous

TOME IV : JANVIER-MARS 1914

TABLES DES MATIÈRES

I. ORDRE DES ARTICLES DANS LES VOLUMES

(Voir ci-après la table par ordre alphabétique)

La France, pour rester forte, doit protéger la santé de ses citoyens, par Léon Bourgeois. 3

Le Caire, station hivernale aux palais somptueux, offre des spectacles de civilisation primitive. 17

La lutte contre l'incendie dans les grands ports modernes par le lieutenant-colonel X... 19

Au rancart, les vieux tombereaux à chevaux. 24

Ecrans colorés et phares d'autos. 24

La façade du grand palais éclairée au néon . 25

Un Zeppelin?... Non. Une cheminée de paquebot. 25

Paris se congestionne; comment peut-on le guérir? par E. Massard 27

Le bois impressionne les plaques photographiques 42

La suie est néfaste pour la santé publique. . 43

Le progrès moderne envahit l'ancienne capitale du grand Mogol 44

Les Hindous ne sont pas encore familiarisés avec les 60-chevaux. 45

Pour remettre à flot les sous-marins coulés. 46

Le microscope donne sur les métaux de précieux renseignements, par Léon Guillet. . 47

Les balles en carton des cartouches à blanc peuvent être meurtrières, par L. Cros. . . 59

On demande des mineurs pour le Pôle Sud. 61

Charriot électrique pour la manutention des bagages 62

Une machine à vapeur qui va fêter son centenaire. 62

En Chine, le ver à soie est tué par une mouche 62

Le balayage déplace la poussière homicide, l'aspiration la supprime. 63

L'enfance chez les animaux, par Henri de Varigny 65

On approfondit le canal de Suez avec des pilons dérocheurs de 14 tonnes. 78

Les derniers progrès de la locomotion aérienne, par P. James. 81

La fausse monnaie, même bien imitée, est facilement reconnaissable, par le Dr Hanriot 97

Un canot de sauvetage qui a l'air d'un sous-marin 104

Pour les géants de la mer, il faut des ancres monstres. 104

L'industrie des terres rares et les manchons à incandescence, par Charles Buisson. . . 105

La girafe est un animal sentimental. 121

La boxe féminine exige des appareils de protection. 122

L'arome du café et la caféine. 124

Intoxication par les tapis. 124

Ce qui préoccupait le monde savant en janvier, il y a juste un siècle. . . 125

Les classiques de la Science :

Pierre Janssen. 127

L'âge des étoiles, par Janssen. . 128

Le professeur Albert Colson 133

L'industrie des parfums, par Albert Colson. 134

Un sport original. La navigation en terre ferme 137

Le plus grand pont du monde en béton armé. 138

Directement du wagon dans le concasseur. . 139

Table de Pythagore originale. 140

Cartouches à air liquide pour carrières. . . . 140

Quelques petites inventions plus ou moins pratiques. 141

La radioactivité de la matière, par M. Jean Becquerel. 147

La neige n'arrête plus la circulation des trains, par Ch. Lordier. 167

Les coulisses du cinématographe : La confection d'un film, par A. VERHYLLE. 183
Le vent a peu de prise sur cette automobile. 199
Les aviateurs liront désormais leur chemin sur les calottes des gazomètres, par GÉO CHEMET. 200
Une expérience en faveur des martingales. . 202
Les manchons à incandescence rivalisent avec l'électricité pour l'éclairage des phares, par H. BERTRAND. 203
Un terrassier qui ne se met jamais en grève. 208
Tuyaux formidables pour la houille blanche. 209
Les maraîchers chinois profitent du vent favorable pour transporter leurs légumes au marché. 210
L'aviation devra ses progrès à l'étude de l'aérodynamique, par MAURICE PERCHERON. 213
La science contre la vie. 226
L'outil qui perce les montagnes, par CH. BERNARD 229
L'économiseur diminue la consommation de l'essence et augmente la puissance des moteurs 233
Un îlot artificiel en béton armé. 235
Un singulier petit chemin de fer. 238
Un béton aux écailles d'huîtres. 238
Le savon, le blaireau et l'eau chaude sont à présent inutiles pour se raser. 239
La fabrication d'un crayon, par LOUIS VILLIERS. 241
A combien s'évalue la population du globe. . 251
La tranquillité des parents... espagnols. . . 251
Pour augmenter leurs vitesses, les cyclistes s'enferment dans de petits dirigeables. . . 252
Dictez votre courrier commercial à cet appareil qui le prendra mieux qu'un sténographe. . 255
Fabrication électrolytique du fil de cuivre. . 256
Les décharges électriques favorisent le développement des plantes, par M. PILLAUD. . 257
Curieux essais de certains constructeurs dans la disposition des phares d'automobiles. . 266
Le plus récent modèle de châssis électrique. 268
Les nouvelles voitures électriques de l'Ouest-Etat. 269
Pour conserver les matières alimentaires. . 272
Les Classiques de la Science :
Le naturaliste Buffon. 273
Les époques de la nature, par BUFFON. . . 274
Le Dr Héricourt 277
Pourquoi s'arrêtent les épidémies, par J. HÉRICOURT. 277
Ce qui préoccupait le monde savant au mois de février 1814, il y a juste un siècle. . . . 282
C'est au tour qu'on façonne les ogives d'obus. 284
Quelques petites inventions plus ou moins pratiques. 285
Pourquoi la terre tremble, par STANISLAS MEUNIER 291
Une fleur minérale, par CAMILLE FLAMMARION. 313
Les appareils qu'on utilise aujourd'hui pour les sports d'hiver, par G. LORTHIOIS. 317
Le canal de Panama et le génie français, par PHILIPPE BUNAU-VARILLA. 333
La pharmacie militaire fabrique elle-même ses médicaments, par A. BALLAND. 335
La terre manquera-t-elle bientôt de charbon? 354
Les gisements pétrolifères de l'Oural, par G. BENOITON. 360
La lumière est le burin qui grave nos illustrations, par ERNEST COUSTET. 369
On mesure les chocs de nos voitures et les trépidations de nos immeubles avec l'accéléromètre de MM. Boyer-Guillon et Auclair, par A. BOYER-GUILLON 385
Le problème de la stérilisation des eaux potables, par J. BRUN. 392
D'énormes machines tournent sur billes comme des bicyclettes, par J. VARNET . . . 397
Les animaux que l'homme extermine pour se vêtir de leur fourrure 401
Comment favorise-t-on les découvertes? par le Dr E. TOULOUSE. 415
Les Classiques de la Science :
Le philosophe Fontenelle 417
La terre est une planète qui tourne sur elle-même et autour du soleil 418
M. Emile Picard 422
La science et la recherche scientifique 423
Ce qui préoccupait le monde savant au mois de mars 1814, il y a juste un siècle. . . . 427
Quelques petites inventions plus ou moins pratiques. 429

II. TABLE PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

A

Aérodynamique (L'aviation devra ses progrès à l'étude de l'). 211
Age (L') des étoiles. 128
Ampoule électrique en veilleuse. 430
Ancres monstres (Pour les géants de la mer, il faut des). 101
Animaux (L'enfance chez les). 65
Animaux (Les) que l'homme extermine pour se vêtir de leur fourrure 401
Arome (L') du café et la caféine 124
Arrosoir (Un) dans un balai. 285
Astra-Torrès (Le dirigeable). 80, 81
Astra (Le biplan) à fuselage triangulaire. . 84
Aviateurs (Les) liront désormais leur chemin sur les calottes des gazomètres 200
Aviation (L') devra ses progrès à l'étude de l'aérodynamique 211

B

Bagages (Charriot électrique pour la manutention des) 62
Baisser (Pour éviter de se). 144
Balayage (Le) déplace la poussière homicide; l'aspiration la supprime. 63
Balles en carton (Les) des cartouches à blanc peuvent être meurtrières 59
Baromètre enregistreur Richard. 90
Bateaux-pompes 18, 22, 23
Bêche à couteaux latéraux 429
Becquerel (Henri). 148
Becquerel (M. Jean). 147
Béton armé (Le plus grand pont du monde en) 138
Béton armé (Un ilot artificiel en). 235
Béton (Un) aux écailles d'huîtres 238
Biplan (Le) Astra à fuselage triangulaire . . 84
Biplan Bréguet, type meeting de Reims 1913. 86
Biplan Caudron à ailes souples. 94
Biplan (Le) Goupy à plans décalés. 88
Biplan Voisin à poutre de liaison triangulaire. 92
Blériot (Le nouvel hydroaéroplane monoplan). 87
Bligny (Sanatorium de). 4, 5, 7, 8
Bois (Le) impressionne les plaques photographiques 42
Boîte aux lettres parlante. 143
Boîte à ordures (Couvercle pour) 143
Bougeoir (Un) avec un verre d'eau. 432
Bourgeois (Léon). 2
Bouteille (Une) qui ne permet pas la fraude. 287
Boxe (La) féminine exige des appareils de protection 122
Bréguet (Le biplan), type meeting de Reims 1913. 86

C

Caire (Le), station hivernale aux palais somptueux, offre des spectacles de civilisation primitive. 17
Café (L'arome du) et la caféine. . . . 124
Caféine (L'arome du café et la). 124
Canal de Panama (Le) et le génie français. 333
Canal de Suez (On approfondit le) avec des pilons dérocheurs. 78
Canot (Un) de sauvetage qui a l'air d'un sous-marin 104
Cartouches à blanc (Les balles en carton des) peuvent être meurtrières 59
Caudron (Biplan) à ailes souples 94
Ce qui préoccupait le monde savant en janvier, il y a juste un siècle. 125
Ce qui préoccupait le monde savant en février, il y a juste un siècle 282
Ce qui préoccupait le monde savant en mars, il y a juste un siècle. 427
Cerf-volant et signaux lumineux. 141
Chalumeau (Avec une bougie et de l'alcool, on peut obtenir un excellent). 285
Chapeau pour pêcheurs. 142
Charbon (La terre manquera-t-elle bientôt de)? 354
Charbon (Le) dans la maison. 143
Charriot électrique pour la munutention des bagages 62
Châssis électrique (Le plus récent modèle de). 268
Chaufferez (Vous) votre eau en y plongeant cet appareil 287
Chemin de fer (Un singulier petit) . 238
Cheminée (Mitre et) d'une pièce. 142
Cheminée (Une) de paquebot. 25
Chocs de nos voitures (On mesure les) et les trépidations de nos immeubles avec l'accéléromètre de MM. Boyer-Guillon et Auclair. 385
Cinématographe (Les coulisses du). La confection d'un film. 183
Classiques (Les) de la Science :
L'âge des étoiles. 128
L'industrie des parfums. 134
Les époques de la nature. 274
Pourquoi s'arrêtent les épidémies. 277

La terre est une planète qui tourne sur elle-même et autour du soleil 418
La science et la recherche scientifique. . . 423
Clou (Un) dont la tête ne déchirera pas votre linge. 287
Colson (Le professeur Albert). 135
Comment favorise-t-on les découvertes . . . 415
Conduites de plomb (Appliquez des emplâtres sur vos) 286
Courrier commercial (Dictez votre) à cet appareil qui le prendra mieux qu'un sténographe. 255
Couvercle pour boite à ordures. 143
Craie du billard (Vous ne chercherez plus la). 286
Crayon (La fabrication d'un) 241
Curie (Pierre) 149
Curie (Mme Sklodowska) dans son laboratoire de la Faculté des Sciences 146
Cuiller (La) ne tombera plus dans la sauce. 285

D

Découvertes (Comment favorise-t-on les) . . 415
Delta II (Le) un des plus puissants bateaux-pompes du port de Londres. 21
Deperdussin (Le monoplan) type de la coupe Gordon-Bennett 1913. 89
Dion-Bouton (Le moteur de 80 chevaux) . . 91

E

Eaux potables (Le problème de la stérilisation des) 392
Ecailles d'huîtres (Un béton aux). 239
Eclairage des phares (Les manchons à incandescence rivalisent avec l'électricité pour l'). 203
Eclairage parfait. 144
Economiseur France 95
Economiseur (L') diminue la consommation de l'essence et augmente la puissance des moteurs. 233
Ecrans colorés et phares d'autos. 24
Electroculture (L') 257
Enfance (L') chez les animaux 65
Eno (M. William Phelps) de Washington. 41
Epidémies (Pourquoi s'arrêtent les) . . 277
Etoiles (L'âge des). 128
Expérience (Une) en faveur des martingales 202
Extincteur à peu de frais. 142

F

Fabrication électrolytique du fil de cuivre. . 256
Fabrication (La) d'un crayon 241
Faubourg-Montmartre (Le) est toujours encombré. 26
Faubourg Saint-Denis (Le) offre à toute heure du jour l'aspect d'un inextricable chaos de véhicules hétéroclites. 28
Fausse monnaie (La), même bien imitée, est facilement reconnaissable. 96
Fil de cuivre (Fabrication électrolytique du). 256
Film (La confection d'un). 183
Fleurs (Des) qui ne s'étiolent pas. . 288
Fleur minérale (Une). 313
Fontenelle (Le philosophe) 417
Fourrure (Les animaux que l'homme extermine pour se vêtir de leur). 401
France (La), pour rester forte, doit protéger la santé de ses citoyens 3

G

Glace (Eclairez votre) pour vous raser 430
Glaces (Pour couper les) en rond. 144
Glacière nouveau genre. 143
Girafe (La) est un animal sentimental. 121
Gisements pétrolifères (Les) de l'Oural . 360
Goupy (Le biplan) à plans décalés. 88

H

Habitations hygiéniques. 12, 13
Halles (Les) de Paris, chaque matin. . . 40
Hélice intégrale. 82, 83
Hénard (M. E.), architecte. 32
Hennion (M. C.), préfet de police. 30
Hindous (Les) ne sont pas encore familiarisés avec les 60-chevaux 45
Hôpital moderne. 14, 15
Houille blanche (Tuyaux formidables pour la). 209
Hydroaéroplane (Le nouvel) monoplan Blériot.. 87
Hygiène sociale. 3

I

Ilot (Un) artificiel en béton armé. 235
Incendie (La lutte contre l') dans les grands ports modernes. 17
Industrie (L') des parfums. 134
Industrie (L') des terres rares et les manchons à incandescence 105
Intoxication par les tapis. 124
Inventions (Quelques petites) plus ou moins pratiques. 141, 285, 429

J

Janssen (Pierre) 128
Journaux (Brochez vous-mêmes vos) 429

L

Lacez ainsi vos chaussures 432
Légumes (Pour couper les). 143
Linge (Un clou dont la tête ne déchirera plus votre) 287
Locomotion aérienne (Les derniers progrès de la) 81
Lumière (La) est le burin qui grave nos illustrations 369
Lutte (La) contre l'incendie dans les grands ports modernes. 17
Lycée (Le) de jeunes filles Jules-Ferry. . 10, 11

M

Machine à vapeur (Une) qui va fêter son centenaire 62
Manchons à incandescence (L'industrie des terres rares et les). 105
Manchons (Les) à incandescence rivalisent avec l'électricité pour l'éclairage des phares. 203
Manivelles (Perfectionnement aux). 141
Maraîchers chinois (Les) profitent du vent favorable pour transporter leurs légumes au marché. 210
Masque (Un) contre le froid. 142
Massard (M. Emile) 29
Matières alimentaires (Pour conserver les). 272
Mégaphone munis d'écouteurs. 141
Microscope (Le) donne sur les métaux de précieux renseignements 47
Mineurs (On demande des) pour le Pôle Sud. 61
Mitre et cheminée d'une pièce. 142
Monde savant (Ce qui préoccupait le) :
Au mois de janvier, il y a juste un siècle. 125
Au mois de février, il y a juste un siècle. 281
Au mois de mars, il y a juste un siècle . . 427
Montagnes (L'outil qui perce les) 229
Monoplan (Le Deperdussin, type de la coupe Gordon-Bennett 1911 89
Mont-Saint-Clair (Phare du). 204
Moteurs d'aviation Renault (Un des modèles de). 93
Motocyclette (Une) qui transporte un tronc d'arbre. 286
Motocyclistes (Les) n'auront plus leurs mains gelées 285

N

Nature (Les époques de la). 274
Neige (La) n'arrête plus la circulation des trains 167
Néon (La façade du grand palais éclairée au). 25

O

Obus (C'est au tour qu'on façonne les ogives d'). 281
Ouest-Etat (Les nouvelles voitures électriques de l'). 269
Outil (L') qui perce les montagnes. 229

P

Pain (Le) ne sera plus sali par les paillassons. 286
Palais (La façade du grand palais) éclairée au néon 25
Parfums (L'industrie des). 134
Paris se congestionne; comment peut-on le guérir?. 27
Phares d'antomobiles (Curieux essais de certains constructeurs dans la disposition des). 266
Phares d'autos (Ecrans colorés et). 24
Phare du Mont-Saint-Clair. 204
Pharmacie militaire (La) fabrique elle-même ses médicaments 355
Picard (M. Emile). 242
Pilon dérocheur (Mise en place d'un). . . . 79
Pilons dérocheurs (On approfondit le Canal de Suez avec les). 78
Pince à gaz facile à serrer 144
Plaques photographiques (Le bois impressionne les) 42
Pôle Sud (On demande des mineurs pour le). 61
Pompes (Bateaux-). 18, 22, 23
Pont (Le plus grand) en béton armé 138
Pont-Neuf (Sur le), trois voitures à bras suffisent pour entraver complètement le transit dans les deux sens. 34
Population du globe (A combien s'évalue la). 251
Porte-bouteille (Apprenez à faire un) avec un fil de fer. 285
Portefeuille (Faites vous-mêmes ce) 432
Ports modernes (La lutte contre l'incendie dans les grands). 17
Pourquoi s'arrêtent les épidémies 277
Poussière (Le balayage électrique déplace la) homicide; l'aspiration la supprime. 63
Progrès (Le) moderne envahit l'ancienne capitale du grand Mogol . 44

R

Radioactivité (La) de la matière. . . . 147
Radiateur électrique 432
Râteau (Un) qui trace des sillons 288
Recherche scientifique (La science et la). . 423
Renault (Un des modèles de moteurs d'aviation). 93
Rouleau électrique à repasser. 144
Rutherford (M. le professeur). . . 148

S

Sanatorium de Bligny. 4, 5, 7, 8
Santé publique (La suie est néfaste pour la). 43
Science (La) et la recherche scientifique. . . 423
Science (La) contre la vie. 226
Scier (Pour) proprement une vis. 288
Serviettes de toilette (N'égarez plus vos). . . 429
Sifflet d'alarme (Un) sur une bicyclette. . . 288
Signaux lumineux (Cerf-volant et) 141
Sonnerie électrique originale 141
Sous-marins coulés (Pour remettre à flot les). 46
Sport (Un) original. La navigation en terre ferme 133
Sports d'hiver (Les appareils qu'on utilise aujourd'hui pour les). 317
Stérilisation des eaux potables (Le problème de la) 392
Suie (La) est néfaste pour la santé publique. 43
Supports photographiques (Pour utiliser les arbres comme). 287

T

Table de Pythagore originale. 140
Tapis (Intoxication par les). 124
Terrassier (Un) qui ne se met jamais en grève. 208
Terre (La) est une planète qui tourne sur elle-même et autour du soleil. 418
Terres rares (L'industrie des) et les manchons à incandescence 105
Terre tremble (Pourquoi la). 291
Tombereaux à chevaux (Au rancart les vieux). 24
Tranquillité (La) des parents... espagnols. . 251
Trépidations de nos immeubles (On mesure les chocs de nos voitures et les) avec l'accéléromètre de MM. Boyer-Guillon et Auclair. 385
Tuyaux formidables pour la houille blanche. 209

V

Ventilateur de poche 429
Ver à soie (En chine, le) est tué par une mouche 62
Vélo-torpille (Le). 252
Voisin (Biplan) à poutre de liaison triangulaire 92
Voitures électriques (Les nouvelles) de l'Ouest-Etat 269

W

Wagon (Du) au concasseur. 139

G. DE MALHERBE & Cie, Imp.

LA SCIENCE ET LA VIE

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES
ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris par tous

TOME IV

JANVIER, FÉVRIER, MARS 1914

RÉDACTION, ADMINISTRATION ET PUBLICITÉ

13, Rue d'Enghien, PARIS

Téléphone : Bergère 43-16

VEILLEZ

sur la propreté de l'eau que vous buvez et que vous faites boire à vos enfants. Avec le

FILTRE BERKEFELD

tout danger est écarté.
Sécurité absolue pour ménages et industries

Catalogue S franco

Berkefeld Filtre C° L^td

LONDRES. W.

4, rue de Trévise, PARIS

Téléphone : 111-17

JUMELLES ZEISS IÉNA

Pour le **TOURISME** — Pour les **SPORTS**

Pour la **CHASSE** — **Demander** Notice S.V.T. 150 — Pour le **VOYAGE**

HAUTE INTENSITE DE LUMIÈRE

En vente chez tous les bons Opticiens.

Sté A me POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS CARL ZEISS
PARIS 6, rue aux Ours, 6 PARIS

8me Année

L'annuaL

— 1913 —

8me Année

ANNUAIRE-DICTIONNAIRE UNIVERSEL

DES

INDUSTRIES AUTOMOBILE & AÉRONAUTIQUE

" L'ANNUAL " (ouvrage illustré, de grand format, comprenant environ 1500 pages) s'est acquis une renommée mondiale par l'exactitude de ses renseignements industriels et le nombre de ses documents pratiques et techniques ; il s'adresse, *en même temps et aussi bien*, aux Commerçants et aux Industriels, qu'au grand Public.

PARIS, 222, Boulevard Pereire, 222, PARIS

PRIX : **12** fr., RELIÉ

Envoi gratuit, sur demande, de la Notice descriptive

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "

PETITES ANNONCES

Tarif : sans caractère commercial 1 fr. 25 ; commerciales 2 fr. 50 la ligne de 48 lettres, signes ou espaces. Minimum d'insertion 4 lignes et, par conséquent minimum de perception 5 francs pour les annonces sans caractère commercial ou 10 francs pour les annonces commerciales. Le texte des petites annonces, accompagné du montant en bon de poste ou timbres français, doit être adressé à l'Administrateur de LA SCIENCE ET LA VIE, 13, rue d'Enghien, Paris, et nous parvenir au moins vingt jours avant la date du numéro dans lequel on désire l'insertion. L'administration de LA SCIENCE ET LA VIE refusera toute annonce qui ne répondrait pas au caractère de cette revue.

Les petites annonces insérées ici sont gratuites pour nos abonnés à raison de **dix** *lignes par an pour les annonces sans caractère commercial ou* **cinq** *lignes commerciales soit en une seule annonce, soit en plusieurs fois. Nous rappelons qu'il est toujours nécessaire d'y ajouter une adresse pour que les réponses soient reçues directement par les intéressés. Nous ne pouvons en aucune façon servir d'intermédiaire entre l'offre et la demande.*

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOI

Architecte demande à faire chez lui travaux de dessin, projets, plans d'exécutions, etc. Ecrire Godchaux, 26, rue Baudin, Paris. 674

Belge, chef de bureau, mécanique générale, spécialement laminoirs, désire changer. S'expatrierait au besoin. L. Haveau, Asquempont-Virginal (Belgique). 642

Jeune galvanoplaste (cuivre) demande travaux à faire chez lui, dimensions maxima 10×16, prix cm 0 fr. 01. S'adresser Vermandé 7, boulevard Arago, Paris. 643

On demande à faire chez soi travaux d'écritures ou de copie en tous genres. S'adresser à M. Siron, à Faux-Villecerf (Aube). On ne répondra qu'aux offres sérieuses. 655

Contremaître électricité, 14 ans pratique toutes installations, mines, centrales, appareils levage, transport haute et basse tension, métallurgie. Recherche emploi très stable d'avenir, préférence station centrale importante, seul ou avec ingénieur. Sérieuses références. Michel Pens-Iris, 22, rue Saint-Augustin, Paris. 670

Mécanicien, électricien pratique et théorique, connaissant : machines à vapeur, dessin industriel, électricité et toutes applications, demande place, chef de service ou d'entretien. Henry Appert-Collin, aux établissements Foron, Troyes (Aube). 668

Caissier-comptable, marié, 38 ans, sérieux, très honorable, possédant hautes références, désire place secrétaire particulier ou analogue. Ecrire, Made, 56, rue Léonard-Danel, Lille. 612

Situation indépendante à tous, sans capital. Préparation facile. Ecrire, Munsch, 12, rue Lormont, Epinal. 638

Ingénieur A. M., 23 ans, libéré service militaire, cherche situation de début pour 15 mars prochain. Faire offre à M. Henri Préaux, 29, rue Jeanne-d'Arc, Reims. 644

ARMENGAUD JEUNE
ET FILS
Ingénieurs-Conseils
CABINET FONDÉ EN 1836
23, Boulevard de Strasbourg, PARIS

BREVETS D'INVENTION
en France et à l'Etranger,
Dessins et Modèles Industriels.
Marques de Fabrique,
Consultations techniques et légales,
Assistance dans les Procès en contrefaçon.

Téléphone : 408-30
Adr. télégr. ARMENGAUD Jeune PARIS

Médecin, 37 ans, ancien externe des hôpitaux de Paris, demande place dans mine, usine, industrie grands travaux. Parle italien. Répondre, Lecoz, vétérinaire, Roscoff (Finistère). 673

Monteur électricien très énergique, pouvant faire un chef d'équipe ou un contremaître, connaissant très bien la construction et entretien de réseau, haute et basse tension, installations intérieures et branchements extérieurs, demande place stable dans commune, ville ou usine. Midi de préférence, 27 ans, marié. Ecrire, A. C. H. G., 44, rue Royet, Saint-Etienne (Loire). 659

Secrétaire particulier pour industriel, 32 ans, libre tous les soirs de 8 h. à 12 h. Très sérieux. A. Lefebvre, 68, rue Réaumur, Paris. 590

REPRÉSENTATIONS

« Avoines de raisin sucré », révolution dans l'alimentation animale (usine « La Vigneronne », à Perpignan), 46, rue de Provence, Paris. 600

Maison vins fins Roussillon, demande agents, clientèle bourgeoise. M. et F., 6, avenue Ledru-Rollin, Rivesaltes. 637

On demande vendeurs dans chaque pays pour bretelles, système absolument nouveau. Méd. verm., or, grand prix 1913. Pas de boutons. 3 attaches seulement instantanées, indécousables, solidité toute épreuve. Modèle idéal pr. sport, cheval, collèges, armée, etc. Echantillon d'essai 3 et 4 fr. remboursables 2 premières douzaines. G. Geffroy, Nogent-le-Roi (E.-et-L.). 641

Jeune homme sérieux demande bonne représentation. Ecrire à R. Contant, 118, rue du Champ-des-Oiseaux, à Rouen. 654

MATÉRIEL D'OCCASION

Brasier 11 HP 4 cyl., sortie usine fin 1911, torpedo 2 pl., roue secours, cap., pare-b., phares, lant., état de neuf, à céder 3 800 fr. Dubouloz, 15, rue Gambey, Paris. 649

A vendre : appareillage radiographie bobine 35 c/m étincel. trembleur cuivre, pétrole, écran 30×40 et tous accessoires. Directeur, Station électrique, Fauquembergues (P.-de-C.). 651

Achèterais d'occasion petit modèle à vapeur en bon état de 1/2 à 1/4 de HP. Le Breton, 16, rue Piedfort, Le Havre. 671

On demande à acheter d'occasion un gros phare mobile à acétylène se posant sur le côté de la voiture. Ecrire avec détails et prix : Schwartz, 14, rue Dieu, Paris. 658

Lavabos hygiéniques, 39 fr. Baignoires émail, 88 fr. Chauffe-bains, éviers, W.-C., hors séries, G. V., rue Miromesnil, 19, Paris. 664

Carabine Warnant, 9 mill. pour cart., double charge, pièces trempées, jamais servi, 27 fr., franco gare, retour en cas non convenance. M^r^ Peyraud, prop., 57, rue Montesquieu, St-Etienne (Loire). 648

A vendre : Moteur industriel Aster 6 HP monté sur socle.

Un appareil de projection animée auquel il manque la table.

Un autre appareil de projection fixe genre conférencier entièrement neuf. Le tout pour un prix très modéré. Ecrire : Henry, 26, rue Bobillot, Bicêtre (Seine). 646

Pour achat, vente, réparations d'automobiles s'adresser en toute confiance à M. Peyvel, expert, 36, rue Rivay, Levallois (Seine), qui donnera gratis tous renseignements utiles. 577

1 Voiturette Lion Peugeot, mono, 9 Ch. mono à chaînes, double allumage, 2 places, pare-brise, roue de secours, carburateur Claudel, accessoires, lanternes, en parfait état. Affaire de confiance. Photo sur dem. Schreck, 12, rue Satory, Versailles. 653

T. S. F. A vendre poste récepteur grandes distances, détecteur cristaux. Bobine 3 curseurs rad. essais condens. récept. Cazée, 14, rue Chovet, Compiègne (Oise). 575

On désirerait acheter matériel nouveau roulant pour fabrication de confiserie, bonbons, gaufres ; facilement transportable. Ecrire et envoyer catalogues ou devis à M. Toussaint à Cuisery (Saône-et-Loire). 679

Inventions

POUR PRENDRE VOS BREVETS

Pour étudier la Valeur des Brevets auxquels vous vous intéressez

Pour diriger vos procès en Contrefaçon

H. JOSSE *

Ancien Élève de l'École Polytechnique

Conseil des services du Contentieux

Exposition Universelle de 1900

17, Boulevard de la Madeleine, 17

PARIS

A vendre occasion comme neuf : Chalumeau Cyclop trois têtes ; Mano détendeur ; Soupape sûreté ; Bouteille oxygène sept mètres cubes ; Tuyaux flexibles, lunette ; Presse à briques Delahaye ; Pompe Japy double effet N° 2 ; Centrifuge Dumont 120 m/m 2 paliers ; Palans différentiels 3 000 et 500 kilos, chaînes lever 5 mètres ; Meule émeri 600 m/m sur 100 m/m montée socle fonte, paliers graisseur protecteur réglementaire ; Machine centrer et rainer à main faisant cannelures parfaites ; Cisaille levier coupant 7 m/m, acier carré 30-40 m/m ; Limes courroie cuir double 250 m/m de large, 12 mètres environ. A. Daunizeau jeune, mécanicien. Cherves-de-Cognac (Charente). 682

VENTES ET ACHATS
(Usines, Terrains, Fonds de Commerce)

Usine à vendre de suite, cause décès. Industrie lainage ou tout autre. Conviendrait jeune homme ou contremaitre. Mondin, 27, quai Arrière-port, Dieppe. 538

A céder papeterie renommée. Cause de santé et départ. Admirablement située, ayant toujours donné depuis 50 ans des résultats certains. Pour renseignements s'adresser directement à L. Trainard, 14, rue Gambetta, St-Etienne (Loire). 661

Belle affaire industrielle tenue plus de 30 ans laissant 100.000 francs de bénéfices nets. Le vendeur accordera long concours, plusieurs années au besoin. Il convient de disposer de 250.000 francs. H. Paul, 30, faubourg Montmartre, Paris. 675

Disposant de 500.000 francs un acquéreur sérieux demande une représentation en affaire industrielle. Rien à lancer. H. Paul, 30, faubg. Montmartre, Paris. 677

INVENTEURS

PARIS — 39, Boulevard St-Martin

Lisez le MANUEL-GUIDE envoyé GRATIS & FRANCO par l'Ingénieur-Conseil H. BOETTCHER

Industrie de cuivre, très bien installée. Bénéfice 35 000 francs. H. Paul, 30, faubourg Montmartre, Paris. 676

Industrie spécialité de fer blanc et tôle d'acier. Bénéfice 30 000 francs. H. Paul, 30, faubourg Montmartre, Paris. 678

DEMANDES DE CATALOGUES

Désire recevoir : 1° catalogues de couvertures métalliques diverses pour toitures; 2° catalogues et renseignements de maisons faisant la spécialité des charpentes légères et économiques (toutes en fer ou mixtes, bois et fer); 3° spécimens de publications périodiques traitant de constructions en général. Adresser à G. Bourdens, Château-Bas, Guitalens (Tarn). 654

On désire recevoir de bons calalogues et représentations de toutes les industries que peut intéresser le Brésil. Marcus Ayroze, ingénieur, 57, r. 15 de Novembro, Sao Paulo (Brézil). 597

Adresser tous les catalogues concernant le progrès scientifique de la vie pratique à M. Maurice Lartigue, 17, rue Leroux, Paris, XVI°. 543

TIMBRES-POSTE

Céderais pour 20 francs splendide collection contenant 1 250 timbres-poste, tous différents, tous garantis authentiques, beaux, bien conservés, rares, anciens, soigneusement classés, valant réellement plus de 120 francs, avec 15 000 autres étrangers, vieux, variés. Beauzemont, Verneuil (Eure). 554

M. E. Thion, architecte, 33, rue de Bellefond, Paris, vend sa collection par envois à choix. Beaux timbres moyens, petits timbres pour collectionneurs débutants, vendus avec fort rabais pour liquider rapidement. 652

J'échange contre des timbres envoyés à choisir des cartes-vues, timbrées ou selon la demande, des timbres de tous pays. Demandez renseignements s. v. p. Ecrire : Marcel Roquier, 9, rue Jules-César, Paris. 647

Pour avoir cartes postales, timbres-poste tous pays : Europe, Afrique, Asie, Amérique, Océanie, demandez brochure gratis à Registre d'Echangistes, Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise). 535

Vieux timbres non triés, amassés par les missions depuis 1895. 1 kilo échantillon franco 4 francs. Henri Crudenaire à Tournai (Belgique). 593

Graphophone « Columbia » avec une quarantaine de disques, neuf, valeur plus de 300 francs à échanger contre vieux timbres français sur lettre ou collection abandonnée. Faire offre à Garnier, horloger. Issoudun (Indre). 680

DIVERS

Huîtres extra, saines et vivantes, stabulées en eau de mer naturelle. Expéditions par colis-postaux de 2 fr. 50 à 15 fr. Demander tarif franco. Maison recommandée : Huîtres des gourmets. Ed. Bazot, Dr. à Andernos (Gironde). 525

T. S. F. Ne perdez pas votre temps à copier inutilement les signaux Morse, puisque le Morsophone vous apprendra à lire au son en quelques heures. Le Morsophone est adopté par l'Ecole française de télégraphie sans fil de Dijon. *(Voir annonce page XV.)* 657

Amateurs T. S. F. Contre mandat, galène ultrasensible. Prix suivant degré sélection : naturelle : 2, 3 et 4 fr. les 25 gr. Artificielle : 1 fr. 90, 2 fr. 90 et 3 fr. 90 les 100 gr. A. Perrin, 8, rue de Rome, Calais. 656

Conseils à l'épargne, p. P. Pinay, in-8, 180 p. Manuel docum. d'éducation financière, impartial du petit capital. Livre classique, haute référ. et compte rendu favorable de la presse. Vente par librairies et ch. l'auteur : 49, rue Truffaut, Paris. Franco mandat 3 fr. 50. Etr. 4 fr. 650

Brevet aéroplane à ailes battantes à vendre ou à exploiter en commun. Tardin. Géomètre-architecte. Sos (Lot-et-Garonne). 634

Pêcheurs de truites. — 20 années de pêche sur les meilleures rivières m'ont fait réunir une superbe collection de mouches artificielles pour truites ou ombres. Céderais douzaine de modèles sur hameçons forgés à œillet, contre mandat de 2 fr. 50. Dargent, rue de Maringues, Clermont-Ferrand. 636

Le Journal d'Annonces, paraissant le mercredi et le samedi. Administration : place Royale, Nantes. Téléphone 10-30. Directeur : L. de la Borie. Ventes. Locations. Emplois. Envoi gratuit, sur demande d'un numéro. 660

N'oubliez pas votre profit, négociants et industriels. Demandez prix très réduits chez H. Van den Broele-Ferrand, imprimeur à Wervicq-Sud (Nord). Livraison immédiate et franco. 666

Traité d'analyse chimique quantitative par le Dr Biais, permettant d'arriver à des dosages exacts avec outillage restreint. Pharm. et chim., trouveront tous rensg. utiles. Analyses de : l'eau, du vin, alcool, sucres, urines, engrais, etc. Un vol. in-8 de 676 p. 91 gr. cart. : 15 fr. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris. 632

Vous aurez jardin ou fenêtre fleuris 10 mois sans dépense en suivant les conseils pratiques à la portée de tous décrits dans le livre « Des Fleurs » 2 fr. 50. P. Fauconnier, Argenteuil. 610

Essences concentrées pour faire soi-même 1 litre : eau de Cologne fine, 1 fr. 20; ambrée, 1 fr. 40; russe, 2 fr. 25. Lavande ambrée, 1 fr. 25. Dentifrice extra, 2 fr. 25 en timbres-poste à la distillerie Les Charmilles, Cannes (A.-M.). 603

Manufacture de limes et rapes en tous genres. Mèches américaines, aciers, scies à métaux. Trempe garantie. Doerr frères, 154, rue Paul-Bert. Lyon. 609

Fumeurs! Demandez tous, au Dr Parant, de Lons-le-Saunier (Jura), sa notice scientifique et intéressante « Pour fumer sans danger », envoyée gratuitement à toute demande. 602

A céder licence ou brevet français N° 457.829 suivi de modifications accentuant ses avantanges. Appareil mécanique de bureau. 669

Miel de ma récolte, franco contre mandat, 3 kgs, 6 fr. M. Criton, apiculteur à Courtemont (Marne). 665

Jean Bauchet, 68, rue des Carmes, Orléans. Recommande professeur donnant leçons de composition française par écrit. Conditions douces. 663

La flanelle de santé Réma faite de laines soigneusement triées, possède une grande affinité pour la vapeur; elle *absorbe* la transpiration du corps et *l'évapore* aussi facilement, séchant ainsi automatiquement la peau et évitant par le fait même les refroidissements et leurs conséquences. 601

Voulez-vous choisir votre régiment? Lisez le livre « Caporal en quatre mois » : 0 fr. 50, à la Ligue Française Militaire à Amiens. 584

Bambous, conifères, arbres, plantes diverses, vente ou échange contre timbres-poste. Demander Album à I. Nègre, Chemin-Neuf à Anduze (Gard). 672

Fabrication du vin, du cidre et de l'huile. Maximum de rendement avec le minimun de main-d'œuvre avec les « Pressoirs Mabille ». Demandez le catalogue franco N° 119. E. Mabille frères, à Amboise (Indre-et-Loire). 662

Miel 3 k. Fco 6 f. Alphendery, Montfavet (Vaucluse).

Vins d'Algérie. — Achats directs à la Propriété. R. Cathala, Mascara, Algérie. 572

Norddeich. Amateurs T. S. F. sont invités à écouter la transmission de Norddeich à 11 h. 50. Appareils Edmond Picard, constructeur électricien, 53, rue Orfila, Paris. 564

Le curé de Dornes (Nièvre) indique gratis méthode pour acquérir mémoire extraordinaire et apprendre rapidement et sans maître, anglais, allemand, italien. 526

BILLARDS HÉNIN AINÉ — BANDES CHAMPION, SYNONYMES DE PERFECTION — DURÉE — SILENCE — RÉGULARITÉ — Cité Dupetit-Thouars, PARIS. 539

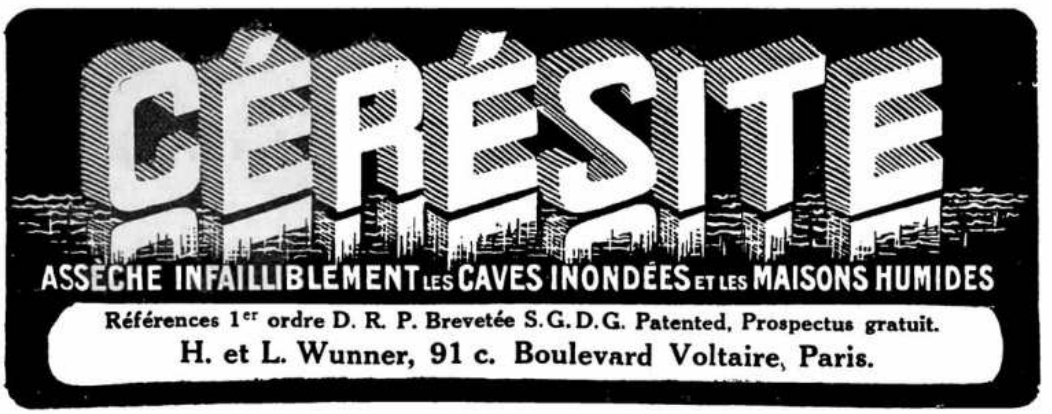
Acétylène : Lampes et lanternes. Envoi franco du catalogue. J. Lorton, 55, rue Leberthon, Bordeaux. 542

Revue littéraire, artistique et musicale. accepte partout correspondants et collaborateurs. Ne publie que de l'inédit. Lit tous les manuscrits. Concours permanent gratuit (prose et poésie). Spécimen et renseignements sur demande à M. Pasquier, secrétaire général, 94, bd St-Germain, Paris.

Pour développer notre mémoire:
Par l'audition, la vision, l'idée.
MÉTHODE GEORGES ART
Professeur au Conservatoire.
Préface de M. Emile Faguet, de l'Académie française.
Un vol., 3 fr. 50. Delagrave, éditeur, 15, rue Soufflot, Paris.
En vente chez tous les libraires. 681

Électricité. Si vous désirez l'étudier et conquérir votre diplôme d'ing. électricien, par correspondance ou autrement, consultez les programmes illustrés de L'E.S.E.E. Place de la Couronne, 5. Bruxelles; ou écrivez à M. Sylvestre, ing. 8, Rue Maria-Deraisme. Paris. 683

Ingénieur en relations avec toutes les usines électriques France, nombreuses relations industrielles, offre, pour être agréable à sa clientèle, d'indiquer affaires tout repos à personne désirant acquérir ou s'intéresser à exploitation. Ecrire : Carte Circulation 23.977, Bureau 76, Paris. 684



Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par "La Science et la Vie"

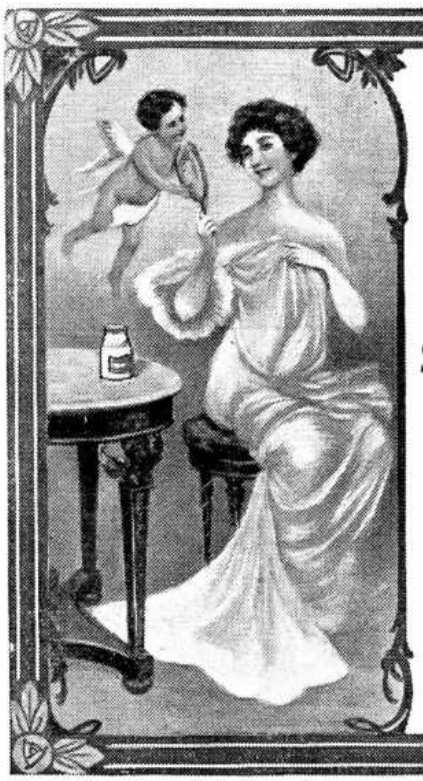
VIN ET SIROP
DE DUSART
au Lacto-Phosphate de Chaux.

Le SIROP de DUSART est prescrit aux nourrices pendant l'allaitement, aux enfants pour les fortifier et les développer, de même que le VIN de DUSART est ordonné dans l'Anémie, les pâles couleurs des jeunes filles et aux mères pendant la grossesse.

Paris, 8, rue Vivienne et toutes Pharmacies

Farine Maltée
DE VIAL

Recommandée pour les Enfants
AVANT, PENDANT & APRÈS LE SEVRAGE
ainsi que pendant la dentition et la croissance comme l'aliment le plus agréable, fortifiant et économique. Elle donne aux enfants un teint frais, des forces et de la gaieté.
Paris, 8, rue Vivienne et toutes Pharmacies



TALISMAN DE BEAUTÉ.

Crème Simon

Supérieure à la meilleure.
unique
pour
ADOUCIR & BLANCHIR
la peau en lui donnant un
velouté incomparable

Redouter les Imitations.
Exiger la vraie Marque.

G.C.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

pour favoriser le développement du Commerce et de l'Industrie en France

SOCIÉTÉ ANONYME — CAPITAL : 500 MILLIONS

SIÈGE SOCIAL : *54 et 56, rue de Provence.*
SUCCURSALE-OPÉRA : *25 à 29, boul. Haussmann.*
SUCCURSALE : *134, rue Réaumur (Place de la Bourse).*

A PARIS

DÉPOTS DE FONDS à intérêts en compte ou à échéance fixe : — **ORDRES DE BOURSE** (France et Étranger) ; — **SOUSCRIPTIONS SANS FRAIS ; VENTE AUX GUICHETS DE VALEURS LIVRÉES IMMÉDIATEMENT** (Obl. de Ch. de fer, Obl. et Bons à lots, etc.) ; **ESCOMPTE ET ENCAISSEMENT D'EFFETS DE COMMERCE & DE COUPONS** Français et Étrangers ; **MISE EN RÈGLE & GARDE DE TITRES ; — AVANCES SUR TITRES ; GARANTIE CONTRE LE REMBOURSEMENT AU PAIR ET LES RISQUES DE NON-VÉRIFICATION DES TIRAGES ; VIREMENTS ET CHÈQUES** sur la France et l'Étranger ; **LETTRES & BILLETS DE CRÉDIT CIRCULAIRES ; CHANGE DE MONNAIES ÉTRANGÈRES ; ASSURANCES** (Vie, Incendie, Accidents), etc.

SERVICES DE COFFRES-FORTS

Compartiments depuis **5** fr. par mois : tarif décroissant en proportion de la durée et de la dimension.

103 succursales, agences et bureaux à Paris et dans la Banlieue ; 1003 agences en Province ; 7 agences en Afrique : ALGER, ORAN, TUNIS, SOUSSE, SFAX, TANGER & CASABLANCA ; 3 agences à l'étranger (LONDRES, 53, Old Broad Street - Bureau à West-End, 65, 67, Regen Street). SAINT-SÉBASTIEN (Espagne).

Correspondants sur tous les places de France et l'Étranger.

CORRESPONDANT EN BELGIQUE
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE BANQUE ET DE DÉPOTS
BRUXELLES — ANVERS — OSTENDE

La petite Machine à Écrire Américaine

Bennett

PORTATIVE

rend ABSOLUMENT les mêmes services qu'une machine vendue 5 fois plus cher

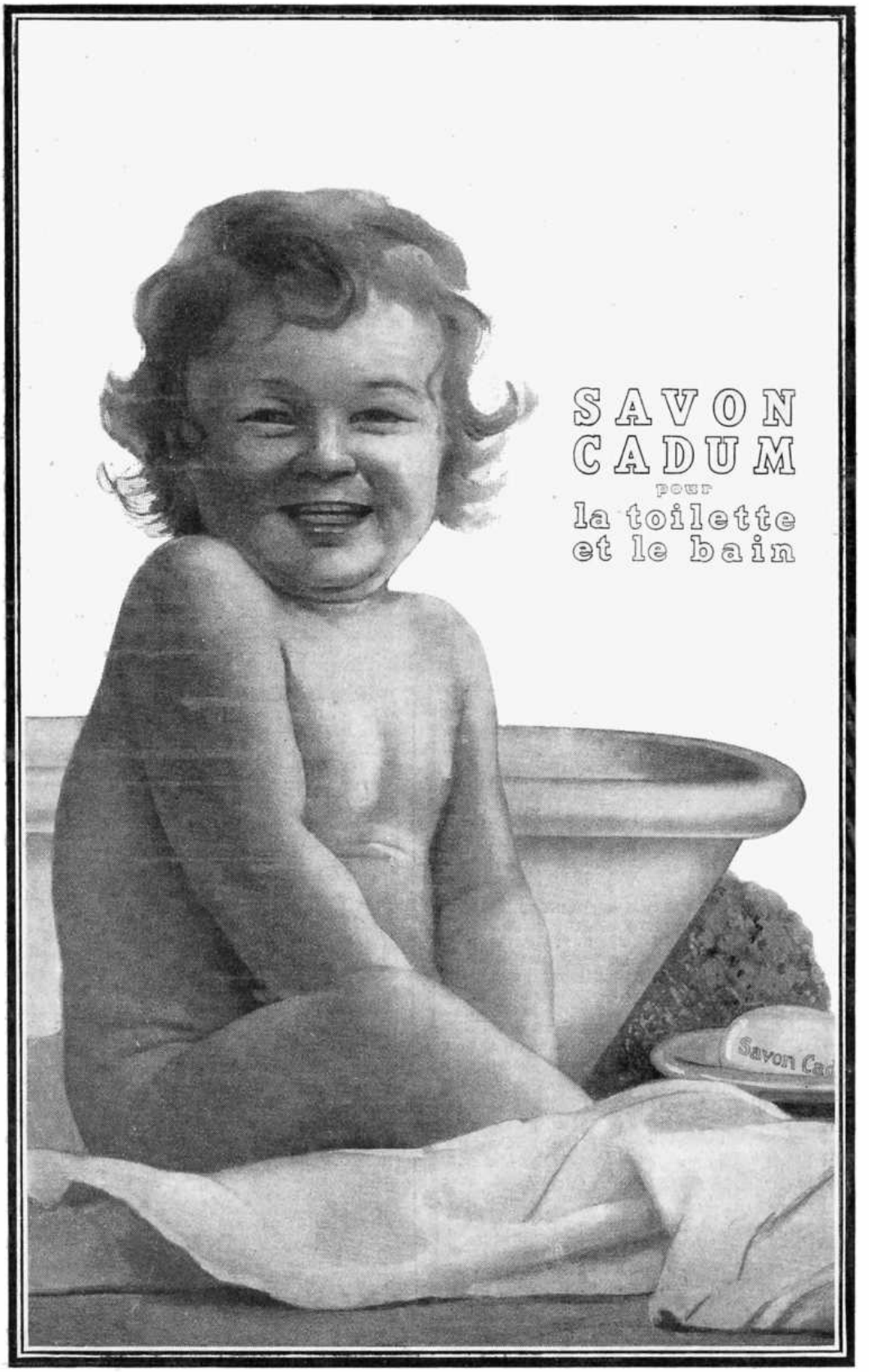
Demander la brochure explicative à

J. TAMBURINI
30, Rue Vignon
PARIS

PRIX avec SA GAINE **125** fr.
FRANCO **126** fr.

Tél. Centre 22-90

Toutes les affirmations contenues dans nos annonces sont entièrement garanties par " La Science et la Vie "


SAVON
CADUM
pour
la toilette
et le bain

Se Raser

sans savon
sans blaireau
sans eau chaude

L'Emulsior des Indes

réalise ce rêve

Il attendrit les poils de barbe de façon parfaite. Se raser n'est plus qu'un jeu. *L'Emulsior des Indes* n'irrite jamais la peau, supprime le feu du rasoir et en entretient le fil.
Cent mille attestations.

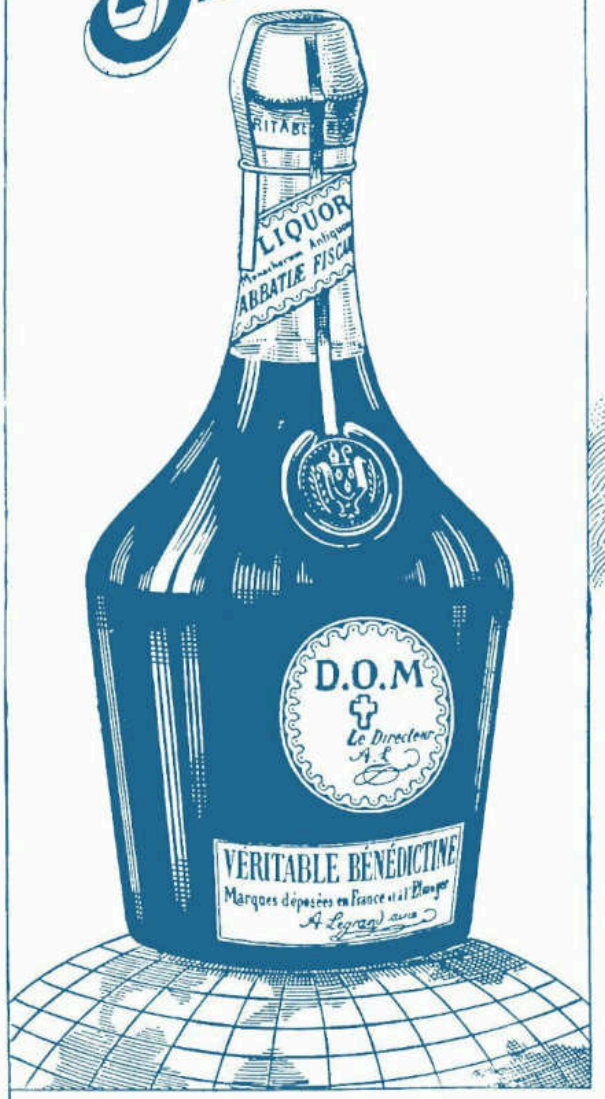
Exigez l'Emulsior des Indes chez votre coiffeur.

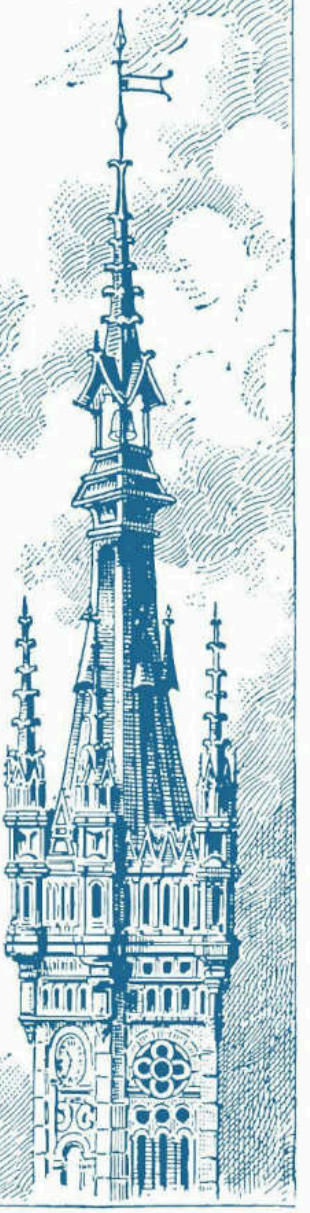
En vente dans toutes les bonnes maisons

ÉCHANTILLON et Vaporisateur franco contre 1 fr. 60 en mandat-poste sur demande

346, Rue Saint-Honoré
PARIS

BÉNÉDICTINE





LA GRANDE
LIQUEUR FRANÇAISE